


Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту



**Пояснювальна записка**  
до магістерської кваліфікаційної роботи  
на тему «**Підвищення ефективності експлуатації автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» шляхом визначення раціонального терміну їх використання»**»

Виконав: студент 2 курсу,  
групи 1АТ-18м спеціальності  
274 – «Автомобільний транспорт»  
Петров В.Р.

Керівник: канд. техн. наук, доцент  
Цимбал С.В.

Рецензент: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Вінниця - 2019

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів і загальних висновків. Загальний обсяг роботи 112 сторінок, у тому числі 20 рисунків, 34 таблиць, 44 літературних джерел.

Предметом магістерської кваліфікаційної роботи є показники ефективності парку і питомі витрати на перевезення в місті Вінниця.

Робота складається з п'яти частин:

1. Аналіз діяльності комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» та підходи до визначення раціонального терміну експлуатації автобусів;
2. Розрахунок виробничої програми підприємства;
3. Дослідження проблеми визначення раціонального терміну експлуатації автобусів;
4. Реалізація методики визначення раціонального терміну експлуатації автобусів;
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження процес експлуатації автобусів, згідно якого здійснюються пасажирські перевезення в місті Вінниця.

Головною метою цієї кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності експлуатації автобусів комунального підприємства шляхом визначення раціонального терміну їх використання.

## ABSTRACT

The master's thesis consists of introduction, 5 chapters and general conclusions. The total workload of 112 pages, including 20 drawings, 34 tables, 44 literary sources.

The subject of the master's qualification work is indicators of park efficiency and specific costs for transportation to Vinnytsia.

The work consists of five parts:

1. Analysis of the activities of the communal company "Vinnytsia Transport Company" and approaches to determining the rational term for the operation of buses
2. The calculation of the production program of the enterprise
3. The study of the problem of determining the rational life of buses
4. Implementation of the methodology for determining the rational life of buses
5. Occupational health and safety in emergency situations.

The object of study is the operation of buses, according to which passenger transportation is carried out in the city of Vinnitsa.

The main goal of this qualification work is to increase the efficiency of operation of buses of a utility company by determining the rational term for their use.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	5
ВСТУП .....	6
1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ» ТА ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОБУСІВ .....	9
1.1 Загальна характеристика комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» .....	9
1.2 Аналіз маршрутної мережі міста Вінниця .....	13
1.3 Аналіз виробничо-технічної бази підприємства та існуючої системи і організації ТО і ПР .....	15
1.4 Огляд науково-дослідних робіт в області визначення терміну експлуатації транспортних засобів .....	18
1.5 Аналіз існуючих підходів оцінки вікової структури автобусів .....	20
Висновки та постановка завдань дослідження .....	22
2 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ КП «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ» .....	24
2.1 Вибір програмного забезпечення для розрахунку на ЕОМ .....	24
2.2 Вибір і обґрунтування вихідних даних .....	24
2.3 Розрахунок виробничої програми з технічного обслуговування і ремонт рухомого складу .....	26
2.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу і допоміжних робітників .....	32
2.5 Розрахунок кількості постів .....	34
2.6 Розрахунок площ приміщень .....	37
2.7 Розробка планувальних рішень .....	41
Висновки до другого розділу .....	43
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОБУСІВ .....	44
3.1 Аналіз методів управління парком рухомого складу .....	44
3.2 Вплив терміну експлуатації на показники ефективності парку рухомого складу .....	46

3.3 Способи заміни рухомого складу на підприємстві .....	52
3.4 Визначення показників оцінки рівня працездатності автобусів .....	53
3.5 Моделювання сумарних питомих витрат на експлуатацію рухомого складу .....	61
3.6 Визначення функціональних залежностей параметрів робоздатності від віку рухомого складу та побудова алгоритму .....	72
Висновки до третього розділу .....	78
<b>4 РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОБУСІВ.....</b>	<b>79</b>
4.1 Вікова структура та інтенсивність експлуатації рухомого складу для заданих виборок .....	79
4.2 Оцінка рівня працездатності і моделювання накопичених пробігів автобусів .....	83
4.3 Визначення функціональних залежностей параметрів робоздатності від віку автобусів .....	86
4.4 Моделювання та оцінка витрати палива в залежності від вікової структури .....	88
Висновки до четвертого розділу .....	94
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>95</b>
5.1 Аналіз умов праці .....	95
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	95
5.3 Техніка безпеки .....	99
5.4 Пожежна безпека .....	100
5.5 Організація та розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки рухомого складу .....	101
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>106</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>107</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>112</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АТП – автотранспортне підприємство;
- АТЗ – автотранспортний засіб;
- ВТБ – виробничо-технічна база;
- ВК – автобуси великого класу;
- ВТТУ – Вінницьке трамвайно-тролейбусне управління.
- ГОСТ – государственный стандарт;
- ДСТУ – державний стандарт України;
- КУЕ – категорія умов експлуатації;
- КР – капітальний ремонт;
- КП «ВТК» - комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія»;
- КВ – коефіцієнт випуску;
- КТВ – коефіцієнт технічного використання;
- МК – автобуси малого класу;
- ОВК – автобуси особливо великого класу
- ПКУ – природньо-кліматичні умови;
- ПММ - паливно-мастильні матеріали;
- ПУСО – пункт спеціальної обробки;
- ЩО – щоденне обслуговування;
- РС – рухомий склад;
- СК – автобуси середнього класу;
- ТЗ – транспортний засіб;
- ТЕА – технічна експлуатація автомобілів;
- ТО і ПР – технічне обслуговування та поточний ремонт;

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Наземний міський пасажирський транспорт – є невід'ємною частиною в житті населення міста в XXI столітті. Основним видом транспорту залишається автомобільний транспорт. У зв'язку з цим виникає завдання ефективного управління експлуатацією парку автобусів, яке зводиться до періодичного визначення раціонального терміну його використання, виду і термінів ТО і Р, можливості списання та придбання нової техніки. Дуже важливо виконувати такий аналіз досить повно і регулярно з тим, щоб визначити раціональний термін експлуатації автобусів транспортної компанії в м.Вінниця з позиції економічної доцільності.

Тому необхідна розробка рішень, що дозволяють обґрунтовано здійснювати оновлення рухомого складу з метою забезпечення заданого рівня його працездатності при мінімальних витратах на експлуатацію. Дані вимоги для КП «Вінницька транспортна компанія» є важливими з тієї причини, що його діяльність фінансується з міського бюджету.

Величину тарифу на перевезення пасажирів регулюють органи міської ради, внаслідок цього вона є некерованою для КП «Вінницька транспортна компанія». У зв'язку з цим одних з найважливіших завдань, які стоять перед підприємством, є скорочення витрат на експлуатацію автобусного парку за допомогою пошуку внутрішніх резервів, що в результаті повинні привести до підвищення ефективності їх роботи.

Вирішення зазначеної задачі повинно бути засноване на практичній реалізації розроблюваного підходу, який дозволить визначати раціональний термін експлуатації автобусів підприємства в м.Вінниця на основі показників технічної експлуатації, що характеризують інтенсивність використання автотранспортних засобів і динаміку їх зміни в часі, рівень працездатності, ресурс автобусів і витрати на його підтримку. Це дозволить знизити собівартість перевізного процесу та відповідно навантаження на міський бюджет, забезпечити високу якість перевезення пасажирів, збільшити дохід

підприємства, оптимізувати роботу інженерно-технічної служби, а також прогнозувати роботу підприємства не тільки в короткостроковій, а й довгостроковій перспективі.

Визначення раціонального терміну експлуатації автобусів, дозволить:

1. Прогнозувати раціональну структуру парку автобусів підприємства за класами, типами і марок в залежності від цілей їх використання і призначення.
2. Оптимізувати вікову структуру парку експлуатованих автобусів з урахуванням ефективності реалізації процесів ТО і ремонту.
3. Прогнозувати обсяги списання зношених і неефективних за сукупністю показників якості автобусів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалась відповідно до науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету і являється невід'ємною частиною досліджень пов'язаних з організацією перевезень та технічною експлуатацією автомобілів.

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів на основі визначення раціонального терміну їх використання при виконанні пасажирських перевезень комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувались такі задачі:

- аналіз вікової структури автобусів комунального підприємства;
- аналіз методів управління парком рухомого складу;
- визначення факторів і розробка критеріїв, які визначають ресурс автобусів
- визначення показників оцінки рівня працездатності автобусів;
- оцінка рівня працездатності і моделювання накопичених пробігів автобусів, витрати палива;
- визначення функціональних залежностей параметрів робоздатності від віку автобусів;



- побудова моделі визначення раціонального терміну експлуатації автобусів;

**Об'єкт дослідження** - процес експлуатації автобусів, згідно якого здійснюються пасажирські перевезення в м.Вінниця.

**Предмет дослідження** - показники ефективності парку і питомі витрати на перевезення в м.Вінниця.

**Методи дослідження** базуються на математичній статистиці, засобах статистичних досліджень, теорії ймовірності, математичного моделювання.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в розробці підходу до визначення раціонального терміну експлуатації транспортних засобів з позиції економічної ефективності в умовах існуючої вікової структури рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія».

**Практична значимість отриманих результатів.** Значимість роботи полягає в розробці підходу до визначення раціонального терміну експлуатації автобусів, що дозволяє знизити експлуатаційні витрати КП «Вінницька транспортна компанія».

**Апробація результатів роботи на наукових конференціях.** Основні положення магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на XII міжнародній науково-практичній конференції “Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту”

**Публікації.** Матеріали магістерської роботи висвітлені в одній опублікованій науковій праці апробаційного характеру [38].

# 1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ» ТА ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОБУСІВ

## 1.1 Загальна характеристика комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

### 1.1.1 Історія транспортної компанії

КП "Вінницька транспортна компанія" - одне з підприємств міського транспорту України. Його історія починається з 1913 року, коли перші сім вагонів почали свій шлях вулицями міста.

КП "Вінницька транспортна компанія" - це підприємство з загальною кількістю працюючих порядку 2000 чоловік, з необхідним технологічним обладнанням, базою служби енергогосподарства, автогосподарством, службою колії і кваліфікованими кадрами.

Власником підприємства, є територіальна громада міста Вінниці в особі Вінницької міської ради. Органом, за яким закріплено функції управління підприємством, є Департамент енергетики, транспорту та зв'язку міської ради.

27 лютого 2014 року рішенням 45-ої сесії Вінницької міської ради було змінено назву комунального підприємства "Вінницьке трамвайно-тролейбусне управління" на комунальне підприємство "Вінницька транспортна компанія", скорочено КП "ВТК".

Диверсифікувалась і сфера діяльності підприємства. Окрім експлуатації міського електричного та автомобільного транспорту загального користування, КП "ВТК" відповідає за експлуатацію та функціонування аеродрому, прийняття та відправлення повітряних суден з нього із забезпеченням авіаційних перевезень пасажирів та вантажів.

За свою історію підприємство кілька разів змінювало свою назву. Перша назва, з якою підприємство відкривало трамвайний рух у місті - "Винницький городской трамвай" (1913 рік). У 1922 році було змінено назву на "Винницкое городское электрическое предприятие" - до сфери діяльності транспортного підприємства було віднесено і експлуатацію відновленої після війни електричної станції. У 1932 році підприємство дістало нову назву "Управление городского трамвая", а у 1936 - "Трамвайний трест".

В 2003-2004 роках підприємством було впроваджено нові технології ремонту трамвайної колії на центральному мосту та по вул.Соборній, де було змінено 2,1 км рейкового полотна.

З 2008 року до складу підприємства входить муніципальний автобусний парк, який складається з автобусів марок ЛАЗ та Богдан.

З відкриттям тролейбусного руху у Вінниці підприємство було отримано нову назву "Трамвайно-тролейбусне управління", яке воно мало до 2014 року.

У 2009 році на підприємство покладаються обов'язки по експлуатації та організації перевезень пасажирів муніципальними автобусами. З проведенням транспортної реформи, на компанію покладається контроль за роботою пасажирського транспорту загального користування інших перевізників. З лютого 2014 року комунальне підприємство "Аеропорт Вінниця" стає підрозділом КП "ВТТУ". Тому стара назва підприємства вже не відповідала тим завданням, які виконує підприємство. У 2014 році завершено будівництво муніципального автобусного парку КП "Вінницька транспортна компанія", який знаходиться за адресою: м. Вінниця, вул. Сабарівська, 19б.

Робота трамваїв і тролейбусів на лінії забезпечується завдяки ремонтній базі, яка дозволяє виконувати всі види ТО і Р рухомого складу, освоювати сучасні технології реставрації агрегатів, виготовляти та реставрувати власними силами більш як 750 видів запасних частин.

В управлінні виконується значний обсяг робіт з впровадження енергозберігаючих технологій. Розроблено і встановлено в усіх трамваях і

частково на троллебусах лічильники електроенергії постійного струму, здійснюється планування витрат на енергоресурси, що дає змогу щомісяно економити до 60 тис.гривень.

Незважаючи на старіння трамваїв, тролейбусів та автобусів і відсутність фінансової змоги їх оновлення, технічний стан рухомого складу знаходиться на належному рівні.

### 1.1.2 Аналіз вікової структури автобусів України та підприємства

Починаючи з 80-х років структура парку автобусів громадського транспорту України зазнала суттєвих змін [38]. За часів СРСР спостерігається зменшення частки з 26,3 % до 19 % автобусів малого класу та середнього класу з 28,7 % до 17 %. І навпаки зросла кількість автобусів великого класу з 37,7 % до 46 % та особливо великого класу із 4,1 % до 13 %. Відповідно за часи СРСР домінуючу частку займали автобуси ВК та СК. Однак, в пострадянський час картина докорінно змінилась. З 1990 року по 2012 рік спостерігається різкий спад кількості як автобусів ВК із 48 % до 5 %, так і автобусів ОВК із 12 % до 0,9 %. В той же час постійно зростає кількість автобусів особливо малого класу (ОМК) та в пострадянський час зростає частка автобусів малого класу (МК). І як результат автобуси ОМК та МК займають домінуюче положення. В 2018 році сумарна кількість автобусів ОМК та МК склала 72 %.

Більша половина автобусів в Україні потребує оновлення, оскільки лише 45% від загальної кількості автобусів відповідають нормам безпеки для перевезення пасажирів. За даними 2018 року [38] в Україні проконтрольованих 20400 пасажирських перевізників мають 84,9 тис. одиниць легалізованих автобусів. З них критичного зношування досягли (рис. 1.1) 200 автобусів, які експлуатуються більше 34 років, 1200 – від 29 до 33 років, 3600 – від 24 до 29 років, 7900 – від 19 до 24 років. Середнє зношування – 16100 автобусів від 14 до 19 років. Частково відповідають нормам безпеки 19000

автобусів—це автобуси від 8 до 13 років. І повністю відповідають нормам лише 37700 автобусів, термін експлуатації яких до 8 років [38].

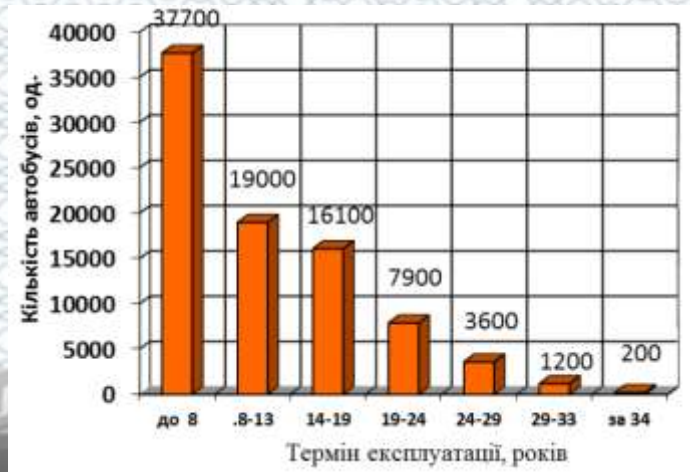


Рисунок 1.1 - Діаграма розподілу кількості автобусів за термінами експлуатації

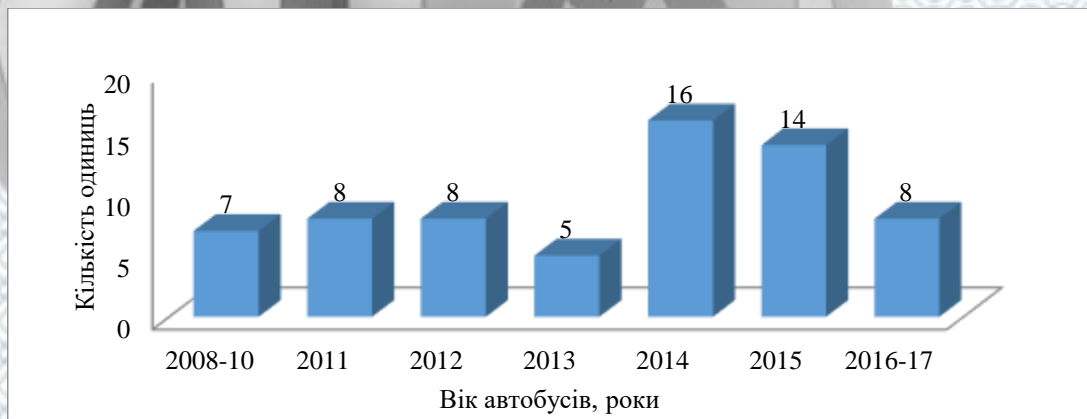


Рисунок 1.2 - Діаграма розподілу кількості автобусів КП «Вінницька транспортна компанія» за роками поставки

Дане положення безумовно впливає на випуск автобусів на маршрут і вимагає значних витрат на підтримання заданого рівня їх працездатності, що призводить, відповідно до зростання витрат на ТО і ремонт.

Необхідність «омолодження» автомобільних парків диктується безпекою руху, екологічними та економічними вимогами. Крім того, скорочення термінів служби дозволяє інтенсифікувати процес впровадження нових конструкцій автомобілів, тобто сприяє науково технічному прогресу (НТП) і підвищенню технічного рівня парку.

Рухомий склад КП «Вінницька транспортна компанія» представлений у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Рухомий склад КП «Вінницька транспортна компанія»

Рік поставки	Модель	Кількість, од.
2008	ЛАЗ-А183 D1	5
2009	ЛАЗ-А183 D1	1
2010	ЛАЗ-А183 FO	1
2011	Богдан А70110	8
2012	Богдан А70110, ЛАЗ-А183 FO(1од.)	8
2013	Богдан А70130	5
2014	Богдан А70132	16
2015	Богдан А70132	14
2016	Богдан А 092 G6	3
2017	Богдан А 092 G6	5
Всього		66

## 1.2 Аналіз маршрутної мережі міста Вінниця

Основним завданням організації руху міського пасажирського транспорту є забезпечення найбільш високої якості пасажиро-перевезень, яка оцінюється регулярністю руху автобусів, величиною маршрутного інтервалу, витратами часу населення на поїздки, швидкістю повідомлення. Великий вплив на організацію перевезень та підвищення використання пасажирського транспорту надає нерівномірність розподілу пасажиропотоків за періодами доби, що безпосередньо впливає на зміни параметрів дорожнього руху транспортних засобів у часі. В містах у будні дні переважають трудові поїздки, які концентруються в ранкові та вечірні години, тобто в цей час мають місце пікові пасажиропотоки. Міжпіковий період характеризується різким зменшенням пасажиропотоку, що викликає зниження ефективності використання транспортних засобів, значне збільшення інтервалів їх руху і, як наслідок, збільшення часу очікування пасажиром посадки і, відповідно,

тривалості поїздки пасажирські перевезення автомобільним транспортом здійснюються при дотриманні ряду принципів.

Міський пасажирський транспорт м. Вінниці у цілому задовольняє потреби населення у перевезеннях, однак існує ряд проблем, що потребують системного аналізу та вжиття відповідних заходів щодо забезпечення сталого розвитку виробничої системи міських пасажирських перевезень. Однією з таких проблем є збільшення обсягів перевезень пасажирів комунальним пасажирським транспортом.

На даний час внутрішньо-міські перевезення пасажирів здійснюються тролейбусами, трамваями та автобусами, процентний розподіл обсягів перевезень пасажирів окремими видами пасажирського транспорту в м. Вінниця наведений на рис. 1.3.

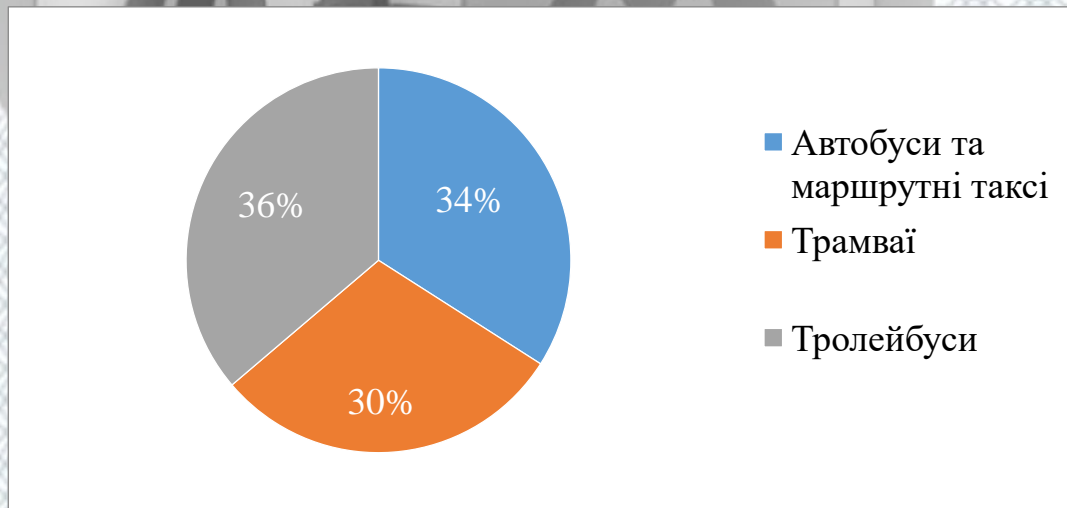


Рисунок 1.3 – Розподіл обсягів перевезень пасажирів окремими видами міського пасажирського транспорту у м. Вінниці у відсотковому відношенні

Як видно з діаграми пасажирський автомобільний транспорт забезпечує 34% від всього обсягу перевезень, тому від його рівня функціонування залежить якість надання послуг по перевезенню пасажирів. Однак як відзначалось раніше значна частина цих перевезень здійснюється КП «ВТК».

Автобусний парк комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» на даний час обслуговує 19 автобусних маршрутів, що працюють у звичайному режимі руху. Як відзначалось раніше при реформуванні

маршрутної мережі передбачалось збільшення обсягів перевезень пасажирів комунальними автобусами великої місткості.

Мережа маршрутів м. Вінниці станом на 01.06.2019 р. наведена на рис. 1.4.



Рисунок 1.4 – Маршрути м. Вінниці

У відповідності до рішення Вінницької міської ради автобусний парк КП «Вінницької транспортної компанії» обслуговує автобусні маршрути № 1, 2, 5, 7, 8, 9, 11, 14, 19, 20, 21, 24, 25, 30. Кількість транспортних засобів необхідна для обслуговування цих маршрутів, визначена з урахуванням обсягів перевезення пасажирів складає 50 одиниць, в залежності від навантаження та пори року.

### **1.3 Аналіз виробничо-технічної бази підприємства та існуючої системи і організації ТО і ПР**

#### **1.3.1 Аналіз виробничо-технічної бази**

Площа території підприємства складає 1.05 га.



Виробничо-технічна база підприємства складається із виробничого корпусу, в якому знаходяться зони ТО і ПР автобусів і ремонтні дільниці; адміністративний корпус; площадки для відкритого зберігання автобусів. Головний виробничий корпус має загальну площу 2160 м<sup>2</sup>, з якої 1922,3 м<sup>2</sup> – корисна. Габарити споруди 60х36 м. Крок колон 12х6 та 6х6. При будівництві застосовані залізобетонні колони прямокутного перетину розмірами 400х400, 500х500 і 500х600 мм. Щоб запобігти наїзду автобусів на колони, навколо них споруджено колесовідбійні тротуари. Під колонами знаходиться монолітний бетонний фундамент. Стіни корпусу побудовані з цегли і частково із склоблоків. Товщина стін 50 см. Висота дверей, які ведуть у виробничі приміщення – 2.4 м. Ворота виконані двостворчатими.

Зона ТО і ПР рухомого складу має площу 1008 м<sup>2</sup>, токарна дільниця – 32,5 м<sup>2</sup>, слюсарна – 16,4 м<sup>2</sup>, шиномонтажна та вулканізаційна – 11,6 м<sup>2</sup>, електроцех -12,0 м<sup>2</sup>, бляхарсько-зварювальна – 10,9 м<sup>2</sup>.

Роботи з ТО та ПР виконуються на чотирьох універсальних постах, обладнаних підйомниками, спеціалізованим обладнанням та інструментом. Пости розташовані паралельно під кутом 90° до вісі проїзду. Для в'їзду, виїзду автомобілів в зоні передбачено четверо воріт розмірами 4х4 м. Для робітників передбачено вхід через двері, які розташовані в воротах.

Для забезпечення зони водою використовується місцева комунікаційна мережа з технічною та питною водою. Використовується електропостачання 380/220 В.

Перелік основного обладнання на дільницях виробничого корпусу.

Електротехнічна дільниця:

- стенди Э 240, Э 236;
- настільний свердлильний станок 2М112;
- випрямлювач ВСА-111К.

Токарний цех:

- станок свердлильно-розточний 1А62;
- станок розточний SV18Р (Чехо-словакія);

- станок заточний ЗТШ-200.

Шиноремонтна дільниця:

- станок для балансування коліс К-121;

- апарат вулканізаційний Ш-109;

- бортувальний стенд Ш-501М.

Слюсарно-механічна дільниця:

- станок токарно-гвинторізний 1А616П;

- станок вертикально-свердлильний 2Б125.

Адміністративний корпус – двоповерхова будівля, в приміщенні якої розташовуються диспетчерська та служба управління.

Зона стоянки без підігріву. Автомобілі розташовані під кутом  $60^\circ$  до осі проїзду, зі 100% незалежним виїздом.

Автозаправна колонка знаходиться в 10 метрах від місця виїзду автобусів з підприємства.

Основне покриття земельної ділянки – асфальтобетон, рельєф місцевості – рівнинний. Рівень ґрунтових вод – 8 метрів.

### 1.3.2 Аналіз існуючої системи і організації ТО і ПР

ТО-1, ТО-2, автомобілі проходять за графіком через визначені пробіги. При цьому виконується дрібний ремонт. Поточний ремонт проводиться по заявках.

ТО-1: метод обслуговування на універсальних постах тупикового типу;

ТО-2: метод обслуговування на універсальних постах тупикового типу;

ПР : виконується на універсальних постах тупикового типу.

Оборотний фонд створюється і підтримується за рахунок надходження нових чи відремонтованих агрегатів, у тому числі й зі списаних автомобілів.

Після проведення відповідних видів обслуговування і поточного ремонту автомобілі направляються в зону зберігання.

Робота ремонтних ділянок планується за принципом підтримки незнижуваного запасу деталей, вузлів і агрегатів на складі.

Перевезення здійснюють водії першого і другого класів, технічним обслуговуванням і ремонтом автотранспорту займаються автослюсарі 4-го і 5-го розрядів.

Підприємство використовує такі ресурси: паливо і мастильні матеріали для автомобілів, воду, теплову і електричну енергію. Теплу воду і тепло в холодний період року філія отримує від котельні.

Умови експлуатації: кількість робочих днів на рік - 365; враховуючи тип дорожнього покриття, тип рельєфу місцевості, а також умови роботи приймається III-я категорія умов експлуатації; кліматичний район-помірний.

#### **1.4 Огляд науково-дослідних робіт в області визначення терміну експлуатації транспортних засобів**

Питаннями визначення раціональних термінів експлуатації автомобілів займалися Кузнецов Е.С., Андріанов Ю.В., Блудян Н.О., Васильєв В.О., Вегерь Л.Л., Іголкін А.Н., Петухов Р.М., Прудовський Б.Д., Старков А.В., Ухарський В.Б., та ін.

Незважаючи на те, що існує безліч робіт, присвячених питанню оптимізації ресурсів, необхідно окремо розглядати пасажирські перевезення, які мають свої особливості (регулярність, надійність, безпеку і т.д.).

Дослідження, які проводилися з питань технічної експлуатації автобусів [2, 7, 17, 21], доводять, що абсолютна більшість експлуатаційних характеристик автобуса погіршується в міру його старіння. Цей факт впливає на показники якості як конкретного автобуса, так і автопарку підприємства в цілому, де можуть бути представлені автобуси різних вікових груп.

Проводячи оцінку змін вікової структури парку, можна давати прогноз змін в часі всіх реалізованих показників парку, а саме віку, розміру парку, рівня надійності, коефіцієнта готовності, витрати запасних частин і паливно-мастильних матеріалів.

До значного погіршення показників ефективності парку - середньої продуктивності автобуса, доходів, коефіцієнта технічної готовності, потреби в запасних частинах і робочій силі - веде збільшення ресурсу автобусів до списання в умовах зниження їх надійності.

В процесі старіння змінюються як кількісні, так і якісні показники роботи автотранспортного підприємства. А саме: йде розширення номенклатури необхідних запасних частин, матеріалів, з'являється потреба у виконанні нових видів робіт, обладнанні, додатковому персоналі. Крім того, погіршуються властивості рухомого складу, безпосередньо не пов'язані з надійністю, але при цьому мають вплив на конкурентоспроможність в ринкових умовах: зовнішній вигляд, комфортабельність, економічність та ін.

Планування і здійснення своєчасної заміни старих автобусів на нові відповідно до умов технічного прогресу можливо тільки при встановленні економічно обґрунтованого ресурсу рухомого складу. Важливою умовою ефективності роботи автотранспортного підприємства є необхідність визначення моменту, коли експлуатація автобусів стає економічно менш рентабельною, ніж заміна їх більш досконалішими або аналогічними новими автобусами. Необхідно, поступово зменшуючи навантаження, вивести застарілі автобуси з експлуатації, щоб не допускати зайвих витрат на підтримання їх в працездатному стані.

Основний нахил при вирішенні проблем міського транспорту в сучасних дослідженнях часто робився тільки на економічному аспекті, що призвело до того, що наукова обґрунтованість технічного рівня та інфраструктури автобусного транспорту, організації і технології перевезень не в повній мірі відповідає рівню розвитку сучасних економічних відносин.

В роботі В.М. Прохорова зазначено наступне: «Одним з основних напрямків підвищення ефективності перевезень є: підвищення рівня технічної експлуатації рухомого складу, зміцнення матеріально-технічної та ремонтної бази, впровадження передових інформаційних та інноваційних технологій, скорочення всіх видів ресурсів - палива, шин, запасних частин та ін. [26].

## 1.5 Аналіз існуючих підходів оцінки вікової структури автобусів

Об'єктом початкового розгляду є комплекс факторів, що впливають на термін служби міського наземного пасажирського транспорту.

Термін служби - це календарна тривалість від початку експлуатації об'єкта або її відновлення після ремонту певного виду до переходу в граничний стан. Граничний стан об'єкта, зокрема об'єктів пасажирського транспорту, визначається параметрами із заздалегідь визначеного переліку за науково встановленими межами, порушенням вимог безпеки, зниженням ефективності експлуатації нижче заздалегідь прийнятої допустимої норми або необхідністю проведення капітального ремонту.

Підвищення ефективності використання міського пасажирського транспорту невіддільне від завдань оптимізації темпів оновлення парку автобусів. Своєчасне оновлення рухомого складу сприяє зміцненню матеріально-технічної бази транспортних підприємств. Необхідні темпи оновлення парку транспортних засобів визначаються на основі встановлення економічно обґрунтованих строків служби. Економічно доцільні терміни служби автотранспортних засобів, визначені з урахуванням місцевої специфіки на базі перевіреного наукового підходу, дозволять здійснювати своєчасну заміну старої техніки новою відповідно до вимог технічного прогресу і темпами розвитку пасажирського транспорту.

Однією з найважливіших проблем, що стоять перед наземним пасажирським транспортом в місті, є підвищення експлуатаційної надійності і зниження витрат на підтримку в працездатному стані в процесі експлуатації як автобусів, так і тролейбусів. Для вирішення даної проблеми необхідно розробити модель формування витрат в процесі функціонування і забезпечення працездатності, необхідної для міста перевізної здатності парку міського пасажирського транспорту. Визначивши функціональні залежності складових, що входять в комплексну величину питомих витрат (що визначають попутно і собівартість пасажироперевезень в місті), на підставі

даних по експлуатаційним витратам можуть бути визначені і раціональні терміни служби об'єктів міського пасажирського транспорту. Джерелами інформації про роботу технічної служби транспортного підприємства міста можуть бути такі документи з пробігів:

- формуляри автобусів і звіти про пробіг і віковий склад лінійних автобусів (вікова структура парку як по календарним рокам перебування в експлуатації, так і за сумарним накопиченим пробігом); по відмовах - оперативно-змінні (добові) плани роботи зони ТО і ПР, звіти про роботу технічної допомоги, добові диспетчерські рапорти по простоях автобусів на лінії, заявки на ремонт, журнали обліку заявок на ремонт; за витратами - картки складського обліку, вимоги на запасні частини.

Якщо виконуються періодичні ремонти, при яких відбувається заміна зношених агрегатів і деталей новими або відновленими, то тривалість функціонування об'єкта, тобто довговічність, теоретично може виявитися невизначено тривалою. Однак термін служби автобусів повинен бути не максимально можливим, а економічно доцільним.

Проведений аналіз особливостей функціонування громадського транспорту в транспортного підприємства міста і вивчення якісних і кількісних характеристик парку автобусів, а також детальної аналіз досліджень і розробок по оцінці експлуатаційних показників діяльності АТП дозволив сформулювати напрямки теоретичних і експериментальних досліджень даної роботи.

Для реалізації можливостей прогнозування вікової структури парку автобусів необхідно сформувати комплекс показників, що дозволяє проводити оцінку рівня працездатності автобусів, що дозволить муніципалітету міста приймати обґрунтовані рішення за якісними і кількісними характеристиками експлуатованого рухомого складу в середньостроковій і довгостроковій перспективі.

Далі, використовуючи комплекс показників оцінки рівня працездатності з урахуванням змодельованої зміни накопичених пробігів автобусів доцільно

розробити модель оцінки витрати палива в залежності від вікової структури і даної інтенсивності технічного використання рухомого складу.

Розглянемо два взаємопідтримуючих підходи до аналізу залежностей, необхідних для побудови математичної моделі, яка описує критерії і шукану результуючу функцію, метою побудови якої є визначення раціональних термінів експлуатації автобусів, що залежать ще й від різних вхідних і факторів, що залежать - від вікової структури парку і стратегії її підтримки, від політики використання парку та ін.

Стратегії формування вікової структури:

А) - Рівномірне, безперервне (як правило, щорічне) поповнення парку з придбанням нових автобусів замість вибулих (списаних) з підтриманням постійного облікового складу парку;

Б) - «Голчастоподібна» вікова структура, при якій один раз закуплена партія автобусів служить аж до списання за віком, після чого купується нова еквівалентна партія натомість списаної (один «імпульс» протягом усього терміну);

В) - «Імпульсна» вікова структура з різною шпаруватістю, при якій протягом терміну, рівного приймається терміну експлуатації автобуса (тривалості експлуатації до списання) відбувається придбання нових партій рівного оптимального розміру кілька разів через рівні проміжки часу - через половину терміну експлуатації (шпаруватість дорівнює 2), через третину терміну (шпаруватість дорівнює 3) і т.д. Таким чином, «голчастоподібна» структура може вважатися «імпульсною» зі шпаруватістю 1.

### **Висновки до першого розділу**

1. Проведено аналіз маршрутної мережі міста, аналіз діяльності КП «ВТК» та його виробничо-технічної бази, системи ТО і Р.

2. Проведено аналіз досліджень на тему визначення раціонального терміну експлуатації АТЗ та його вплив на ефективність підприємства, що визначило мету і завдання цього дослідження.

3. Розглянуто існуючі підходи оцінки вікової структури автобусів . Та стратегії формування вікової структури, а саме: рівномірна, голчастоподібна, імпульсна.

4. Виконавши аналіз вікової структури рухомого складу комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія», можна зробити висновок, що на підприємстві існує потреба в вивченні та розробці моделі визначення раціонального терміну експлуатації АТЗ.

Для досягнення мети слід виконати такі завдання:

- виконати аналіз вікової структури автобусів комунального підприємства;
- проаналізувати методи управління парком рухомого складу;
- визначити фактори і розробити критерії, які визначають ресурс автобусів;
- визначити показники оцінки рівня працездатності автобусів;
- провести оцінку рівня працездатності і моделювання накопичених пробігів автобусів;
- визначити функціональні залежності параметрів робоздатності від віку автобусів;
- розробити модель визначення раціонального терміну експлуатації автобусів;
- розробити рекомендації для практичного використання підприємством м.Вінниця щодо визначення раціонального терміну експлуатації автобусів.
- розробити питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях;



## 2 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ КП «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»

### 2.1 Вибір програмного забезпечення для розрахунку на ЕОМ

Розрахунок виробничої програми підприємства виконується на персональному комп'ютері за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel 2015.

### 2.2 Вибір і обґрунтування вихідних даних

Для розрахунку програми необхідно мати такі вихідні дані:

- тип рухомого складу – Богдан А701, ЛАЗ, Богдан АТАМАН;
- середньодобовий пробіг РС по кожній групі складає – 180 км.;
- категорія умов експлуатації – III;
- природньо-кліматичні умови – помірний кліматичний район;
- кількість днів роботи за рік становить 365 днів, а час перебування в наряді за добу – 12 год.

Нормативні значення пробігів рухомого складу до КР вибираються з [18].

Умови роботи АТП, як правило, різняться від найбільш типових. Тому скоригований пробіг  $L_K$  автомобілів розраховується за формулою:

$$L_K = L_K^H \cdot K_{1K} \cdot K_{2K} \cdot K_{3K}, \quad (2.1)$$

де  $K_{1K}$  – коефіцієнт, який враховує КУЕ (вибирається з [18]);

$K_{2K}$  - коефіцієнт, який враховує модифікацію рухомого складу [18];

$K_{3K}$  - коефіцієнт, який враховує ПКУ [18].

Нормативні значення періодичності ТО-1 [ $L_{TO-1}^H$ ] і ТО-2 [ $L_{TO-2}^H$ ] вибираються з [18].

Для умов даного АТП скориговані значення періодичності ТО-1 і ТО-2 розраховуються за формулами:

$$L_{TO-1} = L_{TO-1}^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.2)$$

$$L_{TO-2} = L_{TO-2}^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.3)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт, який враховує КУЕ [18];

$K_3$  – коефіцієнт, який враховує ПКУ [18].

Нормативна трудомісткість ТО-1 [ $t_{TO-1}^H$ ] і ТО-2 [ $t_{TO-2}^H$ ] вибирається з [18] і коригуються для умов даного АТП визначається за формулами:

$$t_{TO-1} = t_{TO-1}^H \cdot K_2 \cdot K_4, \quad (2.4)$$

$$t_{TO-2} = t_{TO-2}^H \cdot K_2 \cdot K_4, \quad (2.5)$$

де  $K_2$  – коефіцієнт, який враховує модифікацію РС і організацію його роботи [18];

$K_4$  – коефіцієнт, який враховує кількість одиниць технологічно-сумісного РС [18].

Нормативна трудомісткість ЩО ( $t_{ЩО}^H$ ) вибирається з [18], і визначається за формулою:

$$t_{ЩО} = t_{ЩО}^H \cdot K_2 \cdot K_M, \quad (2.6)$$

де  $K_M$  – коефіцієнт, який враховує застосування автоматизованих миючих пристроїв.

Нормативні значення трудомісткості ПР ( $t_{ПР}^H$ ) вибираються з [18] і для умов даного АТП визначаються за формулою:

$$t_{ПР} = t_{ПР}^H \cdot K_{1ПР} \cdot K_{2ПР} \cdot K_{3ПР} \cdot K_{4ПР} \cdot K_{5ПР}, \quad (2.7)$$

де  $K_{1ПР}, K_{2ПР}, K_{3ПР}, K_{4ПР}, K_{5ПР}$  – коефіцієнти коригування, значення яких вибираються з [18].

### 2.3 Розрахунок виробничої програми з технічного обслуговування і ремонту рухомого складу

Коефіцієнт технічної готовності визначається окремо для кожного типу РС за формулою:

$$\alpha_T = \frac{L_K}{L_K + L_{CD} \cdot (D'_{KP} \cdot K_{KP} + (D_{ТОiПР} \cdot L_K \cdot K_{AK} / 1000))}, \quad (2.8)$$

де  $L_{CD}$  - середньодобовий пробіг автомобіля, км;

$K_{KP}$  – коефіцієнт, який враховує частку РС, що відправляється в КР,  $K_{KP} = 0,1-0,15$ ;

$D'_{KP}$  - тривалість простою РС в КР з урахуванням часу на транспортування з АТП на авторемонтний завод і назад, днів [18];

$D_{ТОiПР}$  - тривалість простою РС в ТО і ПР на 1000 км, днів [18];

$K_{AK}$  – коефіцієнт коригування тривалості простою в ТО та ПР в залежності від пробігу автомобіля з початку експлуатації [18].

Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію визначається за формулою:

$$\alpha_B = \frac{\alpha_T \cdot D_{РОБ}}{D_K}, \quad (2.9)$$

де  $D_{РОБ}$  - дні роботи автомобілів за рік [18];

$D_K$  - кількість календарних днів за рік,  $D_K = 365$  днів.

Для всіх автомобілів річний пробіг визначається за формулою:

$$L_{РІЧ} = D_{РОБ} \cdot \alpha_B \cdot L_{CD} \cdot A_{СП}, \quad (2.10)$$

де  $A_{СП}$  – списочна кількість автомобілів в кожній технологічно-сумісній групі, одиниць.

Визначення кількості впливів за рік по всьому парку автомобілів наведені нижче:

$$N_{КР}^P = \frac{L_{РІЧ}}{L_K}, \quad (2.11)$$

$$N_{ТО-2}^P = \frac{L_{РІЧ}}{L_{ТО-2}} - N_{КР}^P, \quad (2.12)$$

$$N_{ТО-1}^P = \frac{L_{РІЧ}}{L_{ТО-1}} - N_{ТО-2}^P - N_{КР}^P, \quad (2.13)$$

$$N_{ЩО}^P = A_{СП} \cdot D_{РОБ} \cdot \alpha_T, \quad (2.14)$$

$$N_{ТО-2}^D = N_{ТО-2}^P / D_{РОБ}, \quad (2.15)$$

$$N_{ТО-1}^D = N_{ТО-1}^P / D_{РОБ}, \quad (2.16)$$

$$N_{ЩО}^D = N_{ЩО}^P / D_{РОБ}, \quad (2.17)$$

Формули для розрахунку обсягу робіт (в людино-годинах) по кожному  $i$ -му виду (ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР) за рік для кожного типу рухомого складу

$$T_{ЩО}^P = N_{ЩО}^P \cdot t_{ЩО}, \quad (2.18)$$

$$T_{ТО-1}^P = N_{ТО-1}^P \cdot t_{ТО-1}, \quad (2.19)$$

$$T_{ТО-2}^P = N_{ТО-2}^P \cdot t_{ТО-2}, \quad (2.20)$$

$$T_{ПР}^P = N_{ПР}^P \cdot t_{ПР}, \quad (2.21)$$

Результати розрахунків показників виробничої програми наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку виробничої програми по ТО і ПР

Показник	Богдан	ЛАЗ	Атаман
1	2	3	4
Кількість автомобілів, од.	50	8	8
Нормативний пробіг до КР, км	500000	500000	500000
Коефіцієнт, що враховує КУЕ для КР	0.8	0.8	0.8
Коефіцієнт, що враховує модифікацію РС для КР	1.0	1.0	1.0
Коефіцієнт, що враховує ПКУ для КР	1.0	1.0	1.0
Нормативний пробіг автомобіля до ТО-1, км	5000	5000	5000
Нормативний пробіг автомобіля до ТО-2, км	10000	10000	10000
Кількість днів простою РС в КР	22	22	22
Кількість днів простою РС в ТО і ПР на 1000 км	0.43	0.43	0.43
Коефіцієнт, що враховує КУЕ для ТО	0.8	0.8	0.8
Коефіцієнт, що враховує ПКУ для ТО	1.0	1.0	1.0
Дні роботи РС за рік	365	365	365
Середньодобовий пробіг одиниці РС, км	180	180	180
Нормативна трудомісткість ЩОд, люд.год	0.5	0.5	0.4
Нормативна трудомісткість ЩОт, люд.год	0.25	0.25	0.2
Нормативна трудомісткість ТО-1, люд.год	9.0	9.0	7.5
Нормативна трудомісткість ТО-2, люд.год	36.0	36.0	30
Нормативна трудомісткість ПР, люд.год	6.2	6.2	4.2
Коеф., що враховує КУЕ для ПР	1.2	1.2	1.2
Коеф., модифікацію РС для ЩО,ТО та ПР	1.0	1.0	1.0
Коеф., ПКУ для ПР	1.0	1.0	1.0
Коеф., к-сть техн-сумісних груп РС для ПР	1.19	1.19	1.19
Коеф.,умови зберігання РС для ПР	1.0	1.0	1.0
Коеф., частки допоміжних робіт	0.3	0.3	0.3
Площа, яку займає один автомобіль, м2	27.1	30.6	17.6
Коеф. щільності розміщення для зони зберігання	2.5	2.5	2.3
Коеф. щільності розміщення для зони ЩО	2.3	2.3	2.1
Коеф. щільності розміщення для зони ТО	4.5	4.5	4.3
Коеф. щільності розміщення для зони ПР	4.5	4.5	4.3

Таблиця 2.2 - Виробнича програма по ТО і ПР рухомого складу

Показник	Богдан	ЛАЗ	Атаман
1	2	3	4
Пробіг РС до КР, км	500000	500000	500000
Пробіг РС до ТО-1, км	5000	5000	5000
Пробіг РС до ТО-2, км	20000	20000	20000
Коефіцієнт технічної готовності	0.92	0.92	0.92
Коефіцієнт випуску	0.92	0.92	0.92

## Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
Річний пробіг групи РС, км	3022200	483552	483552
Коригований пробіг РС до ТО-1, км	4000	4000	4000
Коригований пробіг РС до ТО-2, км	16000	16000	16000
Коригований пробіг РС до КР, км	400000	400000	400000
Річна кількість ТО-1	684	109.44	87.552
Річна кількість ТО-2	355	56.8	45.44
Річна кількість КР	7.25	1.16	0.928
Річна кількість ЩОд	16120	2579.2	2063.36
Річна кількість ЩОт	1717.5	274.8	219.84
Річна кількість Д-1	1145	183.2	146.56
Річна кількість Д-2	442.5	70.8	56.64
Річна кількість СО	88.3	14.128	11.3024
Округлена річна кількість ТО-1	717.5	114.8	91.84
Округлена річна кількість ТО-2	355	56.8	45.44
Округлена річна кількість КР	6.66	1.0656	0.85248
Добова кількість ТО-1	1.88	0.3008	0.24064
Добова кількість ТО-2	0.97	0.1552	0.12416
Добова кількість КР	0.016	0.0026	0.002048
Добова кількість ЩОд	44.1	7.056	5.6448
Добова кількість ЩОт	4.66	0.7456	0.59648
Добова кількість Д-1	3.08	0.4928	0.39424
Добова кількість Д-2	1.16	0.1856	0.14848
Коригована трудомісткість ЩОд, люд.год	0.41	0.0656	0.05248
Коригована трудомісткість ЩОт, люд.год	0.2	0.032	0.0256
Коригована трудомісткість ТО-1, люд.год	9.16	1.4656	1.17248
Коригована трудомісткість ТО-2, люд.год	36.6	5.856	4.6848
Коригована трудомісткість ПР, люд.год	7.37	1.1792	0.94336
Річна трудомісткість ЩОд, люд.год	8143.3	1302.9	1042.342
Річна трудомісткість ЩОт, люд.год	429.1	68.656	54.9248
Річна трудомісткість ТО-1, люд.год	7691.6	1230.7	984.5248
Річна трудомісткість ТО-2, люд.год	15644.1	2503.1	2002.445
Річна трудомісткість ПР, люд.год	25690.8	4110.5	3288.422
Річна трудо-кість допоміжних робіт, люд.год	17130	2740.8	2192.64

## 2.3.1 Розподіл трудомісткості ТО і ПР по виробничих зонах і дільницях

Обсяг робіт з ТО і ПР розподіляється по місцях їх виконання за технологічними і організаційними ознаками. ТО і ПР РС виконуються на постах і виробничих дільницях. До постових відносять роботи з ТО і ПР, які

виконуються безпосередньо на автомобілі. Роботи по перевірці та ремонту вузлів, механізмів і агрегатів, знятих з автомобіля, виконуються на дільницях.

Розподіл обсягу робіт з ТО і ПР виконується за рекомендаціями [18], а результати розрахунку наведені в таблицях 2.3-2.4.

Таблиця 2.3 – Розподіл трудомісткостей ТО та ПР по виробничих зонах і дільницях

Види робіт ТО і ПР	%	Богдан	ЛАЗ	Атаман
1	2	3	4	5
ЩОд				
Мийні	10	802.817	128.450	102.760
Прибиральні (сушка-обтирання включно)	20	1605.63	256.901	205.521
Заправні	11	883.095	141.295	113.036
Контрольно-діагностичні	12	963.381	154.140	123.312
Ремонтні (усунення дрібних несправностей)	47	3773.23	603.718	482.97
ЩОт				
Мийні	55	235.255	37.6408	30.1126
Прибиральні (сушка-обтирання включно)	45	192.485	30.7976	24.6381
ТО-1				
Діагностика загальна (Д-1)	8	612.880	98.0608	78.4486
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	92	7048.09	1127.69	902.156
ТО-2				
Діагностика поглиблена (Д-2)	7	1061.70	169.872	135.898
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	93	14105.4	2256.86	1805.49
ПР - Постові роботи				
Діагностика загальна (Д-1)	1	255.880	40.9409	32.7527
Діагностика поглиблена (Д-2)	1	255.880	40.9409	32.7527
Регулювальні і розбірно-складальні роботи	27	6908.80	1105.40	884.326
Зварювальні роботи	5	1279.41	204.705	163.764
для рухомого складу з металевими кузовами	-	-		
Бляхарські роботи	2	511.761	81.8818	65.5054
для рухомого складу з металевими кузовами	-	-		
Фарбувальні роботи	8	2047.05	327.528	262.022
ПР - Дільничі роботи				
Агрегатні роботи	17	4349.98	695.99	556.798
Слюсарно-механічні роботи	8	2047.05	327.528	262.022
Електротехнічні роботи	7	1791.17	286.587	229.270
Акумуляторні роботи	2	511.761	81.8818	65.5054

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
Ремонт приладів системи живлення	3	767.642	122.822	98.2581
Шиномонтажні роботи	2	511.7614	81.881824	65.50546
Роботи вулканізації (ремонт камер)	1	255.880	40.9409	32.7527
Ковальсько-ресорні роботи	3	767.642	122.822	98.2581
Мідницькі роботи	2	511.761	81.8818	65.5054
Зварювальні роботи	2	511.76	81.881824	65.50546
Бляхарські роботи	2	511.76	81.881824	65.50546
Арматурні роботи	3	767.64	122.822736	98.25819
Оббивні роботи	3	767.64	122.822736	98.25819

Таблиця 2.4 - Виробнича програма по парку

Показник	Сумарне значення
1	2
Річний пробіг парку, км	3989304
Кількість КР	880.992
Кількість ЩОд	457.24
Кількість ЩОт	9.338
Кількість ТО-1	20762.56
Кількість ТО-2	2212.14
Кількість Д-1	1474.76
Кількість Д-2	569.94
Кількість СО	113.7304
Трудомісткість ЩОд, люд.год	10488.57
Трудомісткість ЩОт, люд.год	552.6808
Трудомісткість ТО-1, люд.год	9906.781
Трудомісткість ТО-2, люд.год	20149.6
Трудомісткість ПР, люд.год	33089.75
Трудомісткість допоміжних робіт, люд.год	22063.44

### 2.3.2 Розрахунок річного обсягу допоміжних робіт

Згідно [18], крім робіт з ТО та ПР, в АТП виконуються допоміжні роботи, обсяг яких (Тдоп) складає 25-30% від загального обсягу робіт з ТО та ПР автомобілів.

Розподіл допоміжних робіт по АТП виконується за рекомендаціями [18], результати розподілу наведені в табл. 2.5.



Таблиця 2.5 - Розподіл трудомісткості допоміжних робіт за видами

Види робіт	%	Трудомісткість, люд.год
1	2	3
По самообслуговуванню	40	8825.36
Транспортні роботи	10	2206.3
Прийом, зберігання і видача матеріальних цінностей	15	3309.43
Перегон рухомого складу	15	3309.43
Прибирання виробничих приміщень	10	2206.3
Прибирання території	10	2206.3
Разом:	100	22063.4
Розподіл обсягу робіт по самообслуговуванню АТП		
Електротехнічні	25	5515.06
Механічні	10	2206.3
Слюсарні	16	3530.00
Ковальські	2	441.12
Зварювальні	4	882.25
Жерстяницькі	4	882.25
Мідницькі	1	22.06
Трубопровідні	22	4853.37
Ремонтно-будівель та деревообробні	16	3530.00
Разом:	100	8825.36

#### 2.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу і допоміжних робітників

До виробничих робітників відносять робітників зон і дільниць, які безпосередньо виконують роботи з ТО та ПР рухомого складу.

Різниця технологічно необхідна явочна та штатна кількість робітників. Технологічна необхідна кількість робітників забезпечує виконання добової, а штатна – річної виробничих програм (обсягів робіт) з ТО та ПР РС.

Технологічна необхідна кількість робітників визначається за формулою:

$$P_T = \frac{T_i^P}{\Phi_M}, \quad (2.22)$$

де  $T_i^P$  - річний обсяг робіт по зоні ТО, ПР або ділянки, люд.-год.;

$\Phi_M$  - річний фонд робочого часу технологічно необхідного робітника, год.

Штатна кількість робітників визначається за формулою:

$$P_T = \frac{T_i^P}{\Phi_{III}}, \quad (2.23)$$

де  $\Phi_{III}$  – річний фонд часу штатного робітника, год.

Результати розрахунків необхідної кількості ремонтних робітників в зоні ТО та ПР, а також допоміжних робітників наведені в таблицях 2.6 і 2.7.

Таблиця 2.6 - Вихідні дані для розрахунку чисельності робітників

Річний фонд часу при однозмінній роботі	2010
Ефективний фонд часу ремонтного робітника	1728
Ефективний фонд часу слюсаря по ремонту приладів системи живлення	1727
Ефективний фонд часу акумуляторщиків	1727
Ефективний фонд часу ковалів	1727
Ефективний фонд часу мідників	1727
Ефективний фонд часу зварювальників	1727
Ефективний фонд часу вулканізаторщиків	1727
Ефективний фонд часу малярів	1502

Таблиця 2.7 - Чисельність ремонтних робітників

Види робіт	Фонд часу	Чисельність робітників	Округлено
1	2	3	4
Зона ЩО	1728	12.29	12
ТО-1			
Діагностика загальна (Д-1)	1728	0.45	0
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	1728	4.81	5
ТО-2			
Діагностика поглиблена (Д-2)	1728	0.84	1
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	1728	9.83	10

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4
<b>ПР - Постові роботи</b>			
Діагностика загальна (Д-1)	1728	0.18	0
Діагностика поглиблена (Д-2)	1728	0.18	0
Регулювальні і розбірно-складальні роботи	1728	4.82	5
Зварювальні роботи	1727	0.89	1
Бляхарські роботи	1728	0.36	0
Фарбувальні роботи	1502	1.64	2
Деревообробні роботи	1728	1.90	2
<b>ПР - Дільничі роботи</b>			
Агрегатні роботи	1728	3.03	3
Слюсарно-механічні роботи	1728	4.52	5
Електротехнічні роботи	1728	4.49	4
Акумуляторні роботи	1727	0.62	1
Ремонт приладів системи живлення	1727	0.80	1
Шиномонтажні роботи	1728	0.62	1
Роботи вулканізації (ремонт камер)	1727	0.18	0
Ковальсько-ресорні роботи	1727	0.77	1
Мідницькі роботи	1727	1.79	2
Зварювальні роботи	1727	0.83	1
Бляхарські роботи	1728	2.14	2
Арматурні роботи	1728	0.54	1
Оббивні роботи	1728	0.54	1
<b>За видами допоміжних робіт</b>			
Транспортні роботи	1728	1.19	1
Прийом, зберігання і видача матеріальних цінностей	1728	1.78	2
Перегон рухомого складу	1728	1.78	2
Прибирання виробничих приміщень	1728	1.19	1
Прибирання території	1728	1.19	1

## 2.5 Розрахунок кількості постів

Мінімальна кількість робочих постів по видах робіт ЩО, крім механізованих мийних, варто робити по формулі:

$$P_C = \frac{T_{ЩО}^P \cdot K_P}{D_{РОБ} \cdot C \cdot \sigma \cdot P \cdot K_{ВИК}} \quad (2.24)$$

де  $K_p$  - коефіцієнт резервування постів для компенсації нерівномірного завантаження [18];

$C$  - число змін виконання робіт ЩО протягом доби;

$\sigma$  - тривалість виконання робіт на протязі зміни, год.;

$P$  - чисельність робітників, що одночасно працюють на одному посту, чол. ;

$K_{вик}$  - коефіцієнт використання робочого часу поста [18].

Мінімальна кількість постів ТО-1 і ТО-2, загального і поглибленого діагностування, розбірно-складальних і регулювальних робіт ПР, зварювально-жерстянницьких, і фарбувальних робіт варто визначати за формулою:

$$P_{Cj} = \frac{T_j^P \cdot K_p}{D_{роб} \cdot C \cdot \sigma \cdot P \cdot K_{вик}} \quad (2.25)$$

де  $T_j^P$  - річний обсяг  $j$ -го виду робіт, люд.год.;

Всі вибрані значення вихідних параметрів погоджуються з керівником дипломного проекту, консультантами даної частини і записуються в таблицю 2.8, а результати розрахунків наведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.8 - Вихідні дані для розрахунку кількості робочих постів

Типи робочих постів	Коефіцієнт резервування постів для компенсації нерівномірного завантаження	Кількість робочих змін за добу	Тривалість робочої зміни, годин	Чисельність робітників, які одночасно працюють на посту	Коефіцієнт використання робочого часу поста
<b>Щоденне обслуговування:</b>					
прибиральні	1,5	1	8	2	0,98
мийні	1,5	1	8	1	0,9
заправочні	1,5	1	8	1	0,98
контрольно-діагностичні	1,5	1	8	1	0,9
ремонтні	1,5	1	8	1	0,98
<b>ТО-1:</b>					
діагностичні	1,25	1	8	2	0,9
кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші	1,25	1	8	2	0,98
<b>ТО-2:</b>					
діагностичні	1,25	1	8	2	0,9
кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші	1,25	1	8	2	0,98
<b>Поточний ремонт:</b>					
діагностичні	1,25	1	8	1,5	0,9
регулювальні і розбирально-складальні	1,5	1	8	1,5	0,93
зварювально-жерстянецькі	1,25	1	8	1,5	0,98
фарбувальні	1,5	1	8	2	0,9
деревобробні	1,25	1	8	1	0,98

Таблиця 2.9 - Результати розрахунку кількості робочих постів

Типи робочих постів	Кількість	Округлено
1	2	3
<b>ЩО</b>		
Прибиральні	0.74	1
Мийні	0.20	0
Заправні	0.29	0
1	2	3
Контрольно-діагностичні	0.29	0

Продовження таблиці 2.9

1	2	3
Ремонтні	1.14	1
Разом	2.67	3
<b>ТО-1</b>		
Діагностичні	0.10	0
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші	1.38	1
Разом	1.41	1
<b>ТО-2</b>		
Діагностичні	0.17	0
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші	2.81	3
Разом	2.94	3
<b>ПР</b>		
Діагностичні	0.08	0
Регулювальні і розбирально-складальні	1.75	2
Зварювально-жерстянецькі	0.38	0
Фарбувальні	0.42	0
Деревообробні	0.83	1
Разом	3.51	4

За результатами розрахунків вибираємо три пости ЩО, два пости ТО та два пости ПР.

## 2.6 Розрахунок площ приміщень

Площі АТП по своєму функціональному призначенню поділяються на три основні групи: виробничо-складські, зберігання РС та допоміжні.

В склад виробничо-складських приміщень входять зони ТО та ПР, виробничі дільниці ПР, склади, а також технічних служб і пристроїв (компресорні, трансформаторні, насосні, вентиляційні камери і т. ін.). Для малих АТП при невеликій виробничій програмі деякі дільниці з однорідним характером робіт, а також окремі складські приміщення можуть бути об'єднані.

В склад площ зон зберігання (стоянки) РС входять площі стоянок (відкритих або закритих) з урахуванням площі, яку займає обладнання для підігріву автомобілів, рамп і додаткових поверхових проїздів.

В склад допоміжних площ підприємства у відповідності СНиП II-92-76 входять: санітарно-побутові приміщення, пункти громадського харчування, охорони здоров'я (медичні пункти), культурного обслуговування, управління, приміщення для навчальних занять і громадських організацій.

Розрахунок площі зони зберігання-стоянки автомобілів виконується за формулою:

$$F_{CT} = f_A \cdot A_{СП} \cdot K_{Ш} \quad (2.26)$$

де  $f_A$  - площа, яку займає в плані один автомобіль, м<sup>2</sup> ;

$K_{Ш}$  - коефіцієнт щільності розміщення автомобілів на стоянці.

Площа зон ЩО, ТО і ПР визначається за формулою:

$$F_{CT} = f_A \cdot P_{Cj} \cdot K_{Ш} \quad (2.27)$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.10. За розрахунком площа зони зберігання менше, ніж в дійсності, тому що на підприємстві в теперішній час автомобілів менше, ніж було раніше.

Таблиця 2.10 - Результати розрахунків площ зон

Зона	Площа, м <sup>2</sup>
1	2
Зберігання автомобілів	3591
Щоденного обслуговування	165
Технічного обслуговування	541
Поточного ремонту	425

Площі виробничих ділянок визначаються по площі, яка припадає на одного робітника в найбільшій зміні:

$$F_D = f_P^I + f_P^{II} \cdot (P-1), \quad (2.28)$$

де  $f_P^I$  - питома площа, яка припадає на першого робітника, м<sup>2</sup> [18];

$f_P^{II}$  - питома площа, яка припадає на кожного наступного робітника, м<sup>2</sup>;

Вихідні дані для розрахунків заносяться в таблицю 2.11, а результати розрахунків наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.11 - Вихідні дані для визначення площ виробничих приміщень

Найменування приміщення	$f_p^I$ , м2	$f_p^{II}$ , м2	P, чол.
Слюсарно-механічне	12	10	1
Ковальсько-ресорне	20	15	1
Мідницьке	10	8	1
Зварювально-жерстяницьке	15	10	1
Кузовне	30	15	1
Оббивне	15	10	1
Арматурне	8	5	1
Електротехнічне	10	5	1
Паливної апаратури	8	5	1
Шиноремонтне	15	10	1
Фарбувальне	30	15	1
Агрегатне	15	12	2

Таблиця 2.12 - Результати розрахунків площ виробничих приміщень

Найменування дільниці	Чисельність робітників	Площа, м2
1	2	3
Агрегатна	2	40
Слюсарно-механічна	3	52
Ремонту електрообладнання	2	25
Ремонту приладів системи живлення	1	10
Шиномонтажна, шиноремонтна	1	15
Фарбувальна	2	45
Оббивна	1	15
Ковальсько-ресорна, арматурна	3	50
Мідницько-радіаторна		
Бляхарська	4	60
Зварювальна		

Площі складських приміщень і споруд АТП визначаються добутком питомих нормативів, наведених у [18], на чисельність рухомого складу і на коригувальні коефіцієнти в залежності:

- КС1 - від середньодобового пробігу РС;
- КС2 - від чисельності технологічно сумісного РС;
- КС3 - від типу РС;



КС4 - від висоти складування;

КС5 - від КУЕ.

Вихідні дані для розрахунків заносяться в таблицю 2.13, а результати розрахунків наведені в таблиці 2.14.

Таблиця 2.13 – Вихідні дані для визначення площ складських приміщень.

Показник	Значення
Питома площа приміщень на 10 одиниць рухомого складу, м2:	
Запасних частин, деталей, експлуатаційних матеріалів	4,4
Двигунів, агрегатів і вузлів	3,0
Масильних матеріалів	1,8
Фарбувальних матеріалів	0,6
Інструменту	0,15
Кисню, азоту і ацетилену	0,2
Пиломатеріалів	0,0
Металу, металобрухту	0,3
Автомобільних шин	2,6
Автомобілів і агрегатів(списаних)	7,0
Проміжного зберігання запасних частин і матеріалів	0,9
Дегазованих балонів	0,25
Коефіцієнти коригування:	
КС1	0,9
КС2	1,2
КС3	1
КС4	1,35
КС5	1,1

Таблиця 2.14 – Результати розрахунків площ складських приміщень

Найменування приміщення	Площа, м2
1	2
Запасних частин, деталей, експлуатаційних матеріалів	4.46
Двигунів, агрегатів і вузлів	3.04
Масильних матеріалів	1.82
Фарбувальних матеріалів	0.61
Інструменту	0.15
Кисню, азоту і ацетилену	0.2
Пиломатеріалів	0.0
Металу, металобрухту	0.3
Автомобільних шин	2.64
Автомобілів і агрегатів(списаних)	7.1
Проміжного зберігання запасних частин і матеріалів	0.91
Дегазованих балонів	0.25

## 2.7 Розробка планувальних рішень

На генеральному плані зображено будівлі і споруди за їхніми габаритними розмірами, розміщенням, площадки для відкритого зберігання автомобільної техніки, основні і допоміжні шляхи руху рухомого складу на території АТП.

На стадії техніко-економічного обґрунтування та за попередніми розрахунками необхідна площа ділянки підприємства (в гектарах):

$$F_{\text{д}} = \frac{10^{-4}(F_{\text{з.вир.с}} + F_{\text{що}} + F_{\text{з.доп.}} + F_{\text{з.р.с}})}{K_{\text{з}}}, \text{ га} \quad (2.29)$$

де  $F_{\text{з.вир.с}}$  – площа забудови виробничо-складських будівель, м<sup>2</sup>;

$F_{\text{що}}$  – площа зони ЩО;

$F_{\text{з.доп.}}$  – площа забудови допоміжних будівель, м<sup>2</sup>;

$F_{\text{з.р.с.}}$  – площа відкритих площадок для зберігання рухомого складу, м<sup>2</sup>;

$K_{\text{з}}$  – щільність забудови території, %.

Отже, площа необхідної ділянки підприємства:

$$F = 1,22 \text{ га.}$$

Мінімальна щільність забудови території АТП, згідно СНіП II-89–90, приймається в залежності від типу підприємства та числа автомобілів.

Приймаємо  $K_{\text{з}} = 42\%$ .

Визначаємо площу озеленення за формулою:

$$F_{\text{оз}} = (F_{\text{з.вир.с.}} + F_{\text{з.доп.}} + F_{\text{з.р.с.}}) \cdot K_{\text{з}}, \quad (2.30)$$

де  $K_{\text{з}}$  – коефіцієнт озеленення.

$$F_{\text{оз}} = 1321,35 \text{ м}^2$$

Розробляючи генеральний план, враховують загальні і місцеві вимоги. Загальні вимоги диктуються призначенням АТП та його виробничими процесами, складом і взаємозв'язком будівель і споруд, черговістю будівництва і перспективами розширення, нормативними вимогами до організації і забудови території. Місцеві вимоги зумовлюються розташуванням земельної ділянки в плані району будівництва і щодо проїздів спільного користування; розмірами, конфігурацією, рельєфом і гідрологічною характеристикою ділянки; характером забудови сусідніх ділянок; містобудівними й архітектурними вимогами і т. ін.

В залежності від способу забудови земельної ділянки розрізняють блокований (усі основні функції підприємства виконують в одній спільній будівлі) і павільйонний (усі основні функції підприємства виконуються в окремих будівлях). Обираємо блокований спосіб забудови так як даний спосіб дає змогу знизити вартість будівництва й експлуатації будівель на 15...20 % порівняно з павільйонним, поліпшити виробничі зв'язки між зонами й відділеннями, зменшити площу земельної ділянки.

Складаючи генеральний план, велику увагу звертаємо на відстань між будівлями, що враховують санітарні, будівельні і протипожежні норми. Мінімальні відстані між будівлями всередині підприємства мають становити 12 м. Мінімальна відстань від зони зберігання автомобілів (відкритої) до зони ТО або ремонту має становити 10 м. Мінімальна відстань до огорожі або глухої вогнестійкої стіни має бути не менше 2м.

Важливим елементом генерального плану є проїзди. Тому вони мають тверде покриття і поздовжні ухили більш як 4 %. Ширина проїздів на АТП встановлена не менше 3 м при односторонньому русі.

У зоні зберігання, автомобілі розміщені у 4 групи. В'їзд автомобілів на територію АТП і виїзд із неї здійснюється через головні роздільні ворота, біля яких розташований контрольно-пропускний пункт. Також виїзд автомобілів з підприємства здійснюється через додаткові ворота, які виходять на іншу

вулицю. На території АТП здійснюється правосторонній рух проти годинникової стрілки, що виключає пересічення шляхів.

Територію земельної ділянки, вільну від забудови, проїздів і зон зберігання, впорядковано й озеленено.

За значенням виробничі приміщення АТП поділяють на основні і допоміжні. Основні виробничі приміщення призначені для розміщення постів ТО, ремонту і зберігання автомобільної техніки, допоміжні – для різних підготовчих, профілактичних і ремонтних робіт, а також для зберігання технічного майна (складські приміщення).

Так як малярна, зварювальна дільниці мають окремі ворота, з врахуванням в'їзду автомобілів, то відповідно їх площі дорівнюють по 72 м<sup>2</sup>.

Отже загальна площа виробничого корпусу складає:

$$F_{\text{заг.}} = F_{\text{ск. прим. заг.}} + F_{\text{вир.діл. заг.}} + F_{\text{ТО,ПР}} ; \quad (2.31)$$

$$F_{\text{заг.}} = 1430 \text{ м}^2$$

Для побудови виробничого корпусу з такою площею потрібно використати сітку колон розміром (18+6)×12. Тоді уточнена площа корпусу становитиме:

$$F_{\text{в.к}} = 24 \times 60 = 1440 \text{ м}^2.$$

### **Висновки до другого розділу**

В даному розділі було розраховано виробничу програму КП «Вінницька транспортна компанія», а саме: визначено програму і об'єм робіт по ТО і ПР РС; - визначено трудомісткість виконання робіт по ЩО, ТО і ПР за рік; - визначено добову програму по ЩО, ТО і ПР; проведено розподіл трудомісткості по видах робіт; проведено розрахунок кількості постів ТО та ПР РС; проведено розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень.

### **3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОБУСІВ**

#### **3.1 Аналіз методів управління парком рухомого складу**

Важливу роль в забезпеченні якісної роботи АТП грає управління технічною експлуатацією автомобілів (ТЕА) на підприємстві автомобільного транспорту. Основа будь-якого АТП - рухомий склад, тому велика частина питань управління ТЕА і технічними системами спрямована на вдосконалення експлуатаційного процесу рухомого складу. В першу чергу - питання списання та придбання РС.

Існують два основних способи списання та поставки виробів (в тому числі і автобусів), від яких залежать методи розрахунку вікової структури парку [11]. Дискретне списання (відбувається списання або продаж автомобіля, незалежно від його технічного стану або показників роботи) і випадкове списання (списання проводиться на підставі контролю показників роботи автомобіля, наприклад по накопиченні витрат запасних частин, зміні результативності, зменшенні прибутку і т.д.).

Розглянемо деякі питання, пов'язані з формуванням вікової структури парку.

- прогноз зміни вікової структури парку рекомендується проводити, як мінімум, щорічно. Вікові групи доцільно формувати з меншим кроком, наприклад в квартал чи півроку; зміна вікової структури парку залежить від темпів списання та поповнення, а також встановленого терміну служби автобусів;

- при старінні відбуваються зміни не тільки кількісних, а також якісних показників роботи парків: розширюється номенклатура необхідних запасних частин, матеріалів; з'являється необхідність в виконанні нових видів робіт, а також обладнанні і персоналі. Істотно погіршуються властивості рухомого складу, безпосередньо не пов'язані з надійністю, але впливають на

конкурентоспроможність в ринкових умовах: зовнішній вигляд, комфортабельність, екологічність;

- істотного і стійкого поліпшення показників роботи парку можна домогтися в результаті його омолодження, тобто своєчасного списання автомобілів, що виробили встановлений ресурс;

- підприємству необхідно координувати управління парком регулярно, в сучасних умовах кілька разів на рік, тому що запізнілі рішення можуть вплинути на неповне виконання плану перевезень, привести до надмірної завантаженості технічної служби та погіршення іміджу компанії.

Принциповою відмінністю в організації процесу ТО і ремонту в даний час є те, що повнокомплектний капітальний ремонт (КР) вітчизняних автомобілів практично не проводиться, а регламенти зарубіжних фірм-продуцентів взагалі не містять даний регламент. Дана обставина викликає труднощі при визначенні виробничої програми по ТО і ремонту автомобілів, так як традиційно пробіг до КР приймався в якості розрахункового циклу при визначенні показників ТЕА в АТП.

Відзначимо, що зміни в умовах організації ТО і ремонту автомобілів неминує тягнуть за собою зміни в умовах комерційної експлуатації автомобілів.

1. Істотне збільшення міжремонтних пробігів сучасних автомобілів і одночасно відносно зменшення термінів експлуатації, обумовлене їх моральним і технологічним старінням.

2. Складність конструкції сучасних автомобілів призводить до збільшення надійності в межах ресурсного пробігу, але це в свою чергу вимагає складного і дорогого обладнання з ремонту та обслуговування цілого ряду систем і агрегатів. До таких систем, зокрема, відносяться сучасні системи живлення з електронним керуванням, автоматичні трансмісії та ін., що не завжди економічно доцільності.

Для проведення розрахунку ряду технічних і експлуатаційних показників необхідно враховувати зміни, що відбулися в сфері автомобільного транспорту за останній час. Зокрема, для автобусів змінилися значення нормативів періодичності технічного обслуговування (ТО) і капітального ремонту (КР). Нормативи періодичності ТО-1 зросли в 3-6 разів, для ТО-2 в 1,5-3 рази, пробіг до капітального ремонту (L<sub>кр</sub>) в 1,5-2 рази [24]. Пробіг до капітального ремонту на сьогоднішній день найчастіше є терміном служби автобуса аж до утилізації, тобто мається на увазі експлуатація автобуса без проведення КР. Змінилися і нормативи трудомісткості виконання робіт по ТО і ремонту автобусів. Трудомісткість робіт щоденного обслуговування (ЩО) знизилася, що пов'язане в першу чергу з вдосконаленням мийного і прибирального обладнання; змінився розподіл трудомісткості робіт між ТО-1 і ТО-2. Змінився розподіл робіт по дільницях і постах. Так, в положенні [18] в річному обсязі робіт по ТО і ремонту не враховуються супутні ремонтні роботи при виконанні ТО-1 і ТО-2, а також сезонне обслуговування. Крім того, до уваги береться частка робіт ТО-2, яка виконується на ремонтних ділянках.

### **3.2 Вплив терміну експлуатації на показники ефективності парку рухомого складу**

Термін служби автомобіля до списання - один з факторів, що впливають на вікову структуру парку [13].

Вікова структура парку в свою чергу впливає на показники ефективності роботи парку в цілому і потрібних ресурсах: собівартості, коефіцієнті технічної готовності і продуктивності автомобілів, потреби в робочій силі і базі, запасних частинах, тобто вікова структура парку впливає на роботу інженерно-технічної служби та АТП в цілому [12, 30].

Для підвищення ефективності перевезень необхідно ретельно планувати, прогнозувати і оптимізувати роботу служби експлуатації, обслуговування та ремонту.

В процесі експлуатації автомобіля при досягненні ним граничного стану, або невідповідності його технічних параметрів нормативним значенням конструктивної або екологічної безпеки, які визначаються вимогами зовнішнього середовища на певному етапі експлуатації, можливі різні стратегії відновлення стану автомобіля. Підприємство може або списати автомобіль після досягнення граничного стану по якомусь критерію, або за допомогою технічних впливів (ПР або КР) підняти знижене значення показника якості (КТВ) до необхідного рівня, при цьому збільшивши витрати на його експлуатацію.

Розглянемо можливу динаміку зміни КТВ автомобіля в залежності від пробігу з початку його експлуатації автомобіля в декількох варіантах. На рисунку 3.1 представлений загальний варіант зміни значень КТВ в залежності від пробігу автомобіля.

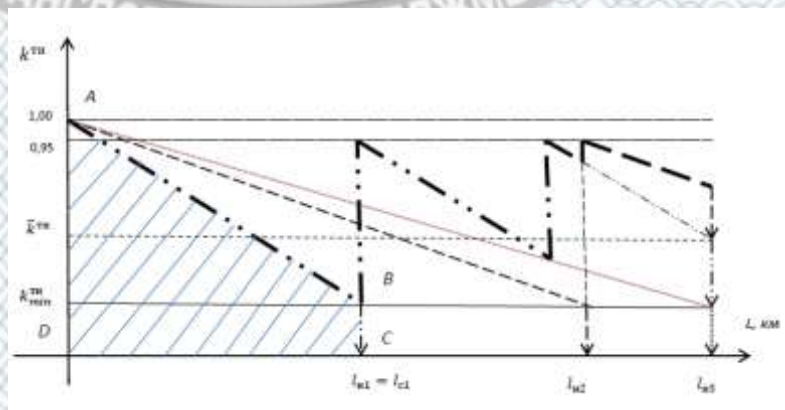


Рисунок 3.1 - Загальний випадок зміни значень КТВ в залежності від пробігу

Так система управління технічною експлуатацією на АТП впливає на перевізний процес і ступінь задоволеності клієнтів [7].



Різна кількість резервних автобусів, якість і швидкість виконання ТО і поточного ремонту (ПР), дбайливість експлуатації багато в чому визначають результуючі надійності і безвідмовності транспортного засобу. Якість перевезення можна оцінювати кількісними методами. Тобто перш ніж проводити аналіз питання, пов'язаного з раціональним терміном служби РС необхідно проаналізувати зміну технічних, техніко-експлуатаційних та економічних показників автобуса. Вікову структуру парку необхідно прогнозувати з метою визначення динаміки зміни реалізованого показника якості парку по показниками якості автомобілів різних вікових груп [13].

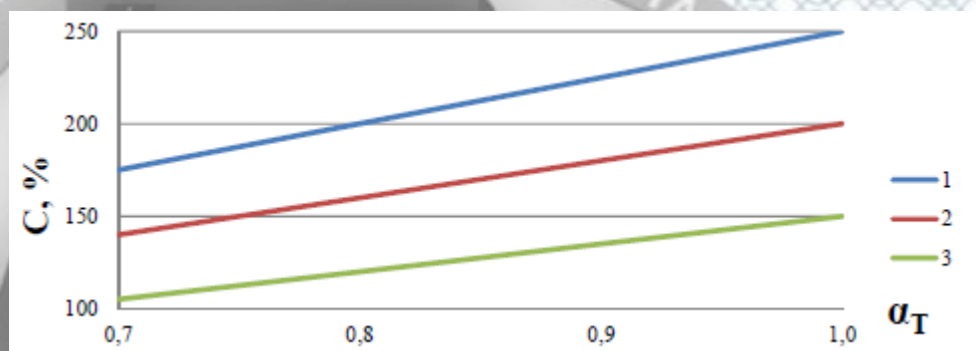


Рисунок 3.2 - Вплив коефіцієнта технічної готовності і рівня лінійної безвідмовності (1-3) на питомі витрати міських пасажирських перевезень автобусом 1-100%, 2-80%, 3 - 60%

Забезпечити постійні або прогнозовані техніко-експлуатаційні показники (коефіцієнт технічної готовності, коефіцієнт випуску РС на лінію і т.д.) підприємствам легше для нових автобусів.

Для нового рухомого складу характерні невеликі витрати на обслуговування, простої в ТО і ремонті і кількість сходів автобуса з лінії не велика. З віком і збільшенням напрацювання автобуса знижується коефіцієнт технічної готовності, що в свою чергу впливає на збільшення простоїв в ремонті [16]. Час простою в ремонті призводить до фінансових втрат, пов'язаних з невиходом автобусів на лінію, а відповідно відбувається зниження доходу від реалізації перевезень. Розглянемо характер зміни деяких показників зі збільшенням напрацювання РС. Зміна деяких показників якості автомобіля за пробіг 350 тис. км.

I. Значення зростає зі збільшенням напрацювання:

- 1 - питома трудомісткість ТО і ПР;
- 2 - питомі витрати на запасні частини;
- 3 - вартість запасних частин на одну заміну;
- 4 - вартість запасних частин на одну відмову;
- 5 - номенклатура запасних частин;
- 6 - число запасних частин, які витрачаються на один автомобіль;
- 7 - питомий простій в ТО і ПР;
- 8 - витрати на паливо;

II. Значення знижується зі збільшенням напрацювання:

- 9 - коефіцієнт технічної готовності;
- 10 - виручка на 1 000 км пробігу;
- 11 - виручка на календарний день;
- 12 - напрацювання на відмову і несправність.

Для узагальнюючої оцінки технічного стану автомобіля при експлуатації використовуються три критерії працездатності автомобіля:

- 1) фізична неможливість виконання транспортної роботи або ускладненість для водія керувати автомобілем внаслідок несправностей;
- 2) невідповідність автомобіля вимогам до їх безпеки в експлуатації, встановленим органами виконавчої влади;
- 3) економічна недоцільність використання автомобіля за призначенням внаслідок погіршення його технічного стану.

Важливо відзначити, що тільки невідповідність вимогам безпеки як умова заборони експлуатації юридично закріплено в законодавстві. Решта критеріїв застосовуються в технічній експлуатації автомобілів виходячи з наявності «здорового глузду». У разі невідповідності будь-якого з цих критеріїв АТЗ не використовують за призначенням, направляють в технічну службу АТП або в автосервіс для виконання ремонту. Крім того, незалежно від відповідності наведеним критеріям АТЗ піддають технічним впливам. Якщо застосування рекомендованих виробником технологій ТО не дозволяє

відновити працездатність АТЗ, (з урахуванням зазначених критеріїв) - розглядається доцільність його КР або здійснюється списання. Можна сказати, «що критерії списання (припинення експлуатації) АТЗ в зв'язку з виробленням ним ресурсу, «віком» або неповним відновленням працездатності сучасної нормативною базою автомобільного транспорту не встановлені» [37]. Проте вирішувати ці завдання необхідно, при цьому спираючись на існуючу нормативно-технічну і методологічну основу з послідовною їх адаптацією до сучасного рівня і вимогам науково-технічного прогресу.

Функціями управління віковою структурою парку автомобілів є:

1. Визначення оптимальних термінів експлуатації автомобілів, які відповідають за регулювання амортизаційних відрахувань.
2. Організація виведення з експлуатації та введення в експлуатацію нових автомобілів, що забезпечують реалізацію для парку раціональних умов функціонування. При зміні термінів служби автомобілів змінюються експлуатаційні витрати і капіталовкладення, витрати на ТО і Р, потреба в персоналі і ВТБ, потреба в запасні частини.
3. Регулювання пропорції списання і співвідношення в парку автомобілів різних вікових груп при необхідному забезпеченні заданого (або договірною) для підприємства обсягу транспортної роботи при мінімальних витратах [42].

Комплексні і поодинокі показники за темпом зміни діляться на три основні групи:

1. Ті, що мають незначний темп зміни: витрати на експлуатаційні матеріали; коефіцієнт випуску; питомі простой в ТО і ремонті. До першої групи належать показники, що забезпечують такі параметри ефективності експлуатації автомобіля: коефіцієнт технічної готовності, коефіцієнт випуску, питомий простій в ТО і ремонті.
2. Ті, що мають значний темп зміни: показники надійності, а також показники, що характеризують продуктивність автомобіля. До другої групи

належать показники, що характеризують надійність вузлів і агрегатів автомобіля і, таким чином, що забезпечують продуктивність і технічну безпеку експлуатації автомобіля.

3. Ті, що мають темп, що приводить до зміни показника в межах близьких або перевершують порядок по відношенню до початкового: питома трудомісткість ПР, витрата запасних частин і запасних частин і їх загальна вартість. Третя група показників характеризує в основному якісні зміни, що відбуваються при старінні виробу (вартість запасних частин, витрата запасних частин). Дана група показників в більшій мірі відповідає за екологічну безпеку і конструктивну безпеку автомобіля при посиленні вимог середовища експлуатації автомобілів.

Найбільш обгрунтованим для досягнення цілей дослідження можна визнати застосування в якості комплексного показника якості, показник, який базується на КТВ автомобіля, так як період оцінки КТВ може не відповідати періоду напрацювання автомобіля до КР. КТВ визначається як відношення математичного очікування сумарного часу перебування автомобіля в працездатному стані за період експлуатації до математичного сподівання сумарного часу перебування автомобіля в працездатному стані і простоїв, обумовлених ТО і ремонтом за той же період [36].

Трудомісткість ремонту і витрати на підтримку працездатного стану ростуть зі збільшенням терміну служби (напрацювання) РС, тоді як виручка, коефіцієнт технічної готовності і надійність транспортного засобу знижуються. Витрати на паливо не змінюються значно протягом всього терміну служби. При зміні термінів служби змінюються експлуатаційні витрати і капіталовкладення. Так, при скороченні встановлених термінів служби зменшуються витрати на ТО і ремонт, потреба в персоналі і ВТБ для ТО та ремонту, потреба і витрати на запасні частини, скорочується їх номенклатура [23]. Але одночасно збільшується постачання нових автомобілів, а відповідно і витрати на їх придбання.

В цілому до 50% собівартості перевезень залежить від якості і ефективності технічної експлуатації автомобілів, в тому числі від управління парком РС на АТП [16].

### 3.3 Способи заміни рухомого складу на підприємстві

Термін корисного використання автобусів, що експлуатуються на підприємстві, може обчислюватися як в кілометрах пробігу, так і в роках (З моменту введення в експлуатацію) [17]. Технічні та економічні служби забезпечують відстеження стану кожного лінійного автобуса і у виняткових випадках можуть прийняти рішення про дострокове списання конкретного автобуса з балансу підприємства або продовження терміну експлуатації, забезпечивши техніко-економічне обґрунтування.

Термін корисного використання автобусів на підприємстві став обчислюватися в роках від 5 до 15 років в залежності від типу автобуса і норми амортизації.

Строки корисного використання лінійних автобусів, що експлуатуються представлені в Таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рекомендовані терміни служби автобусів різного класу

Клас автобуса	Рекомендований термін служби, років
Автобуси особливо малі і малі довжиною до 7.5м включно	5...7
Автобуси середні і великі довжиною до 12м	7...10
Автобуси довжиною більше 16,5 до 24м	10...15

Техніко-економічний метод визначення ресурсу ТЗ (рисунок 3.3), який застосовується і для оптимального терміну служби автобуса, має на увазі відстеження економічних показників автобуса, на підставі яких приймається рішення про списання автобуса [21].

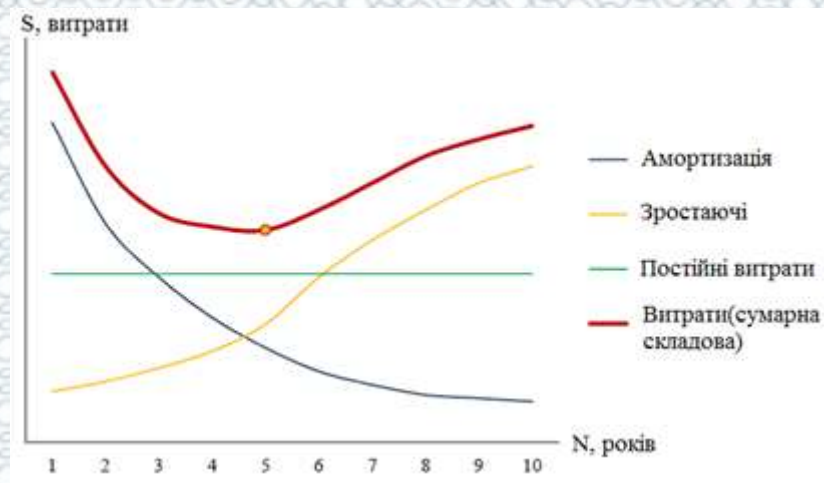


Рисунок 3.3 - Графічне представлення техніко-економічного методу

Визначення оптимального терміну використання транспортного засобу.

Витрати на експлуатацію автомобіля розділяють на 3 категорії:

- 1) Питомі експлуатаційні витрати, що зростають із збільшенням терміну служби автомобіля.
- 2) Питомі експлуатаційні витрати, які не змінюються з ростом терміну служби автомобіля.
- 3) Питомі накопичені витрати. Амортизація.

Сума цих трьох складових - спільні сумарні витрати. Однак в методі не враховується зміна технічних і експлуатаційних характеристик ТЗ. За основу при розробці системи обслуговування і ремонту прийнятий не термін служби автобуса, а показники надійності функціонування рухомого складу, проте під цим маються на увазі витрати на ТО і ПР. На вибір стратегії заміни рухомого складу також впливають ціни на новий рухомий склад.

### 3.4 Визначення показників оцінки рівня працездатності автобусів

Розглянемо два підходи до аналізу залежностей, необхідних для побудови математичної моделі, яка описує критерії і шукану результуючу функцію, метою побудови якої є визначення раціональних термінів експлуатації автобусів, що залежать ще й від різних привхідних і факторів, що впливають - від вікової структури парку і стратегії її підтримки, від політики

використання парку та ін. Спочатку зосередимося на методі аналізу існуючої структури і параметрів досліджуваної системи. На рисунку 3.4 зображена загальна схема проведення дослідження.

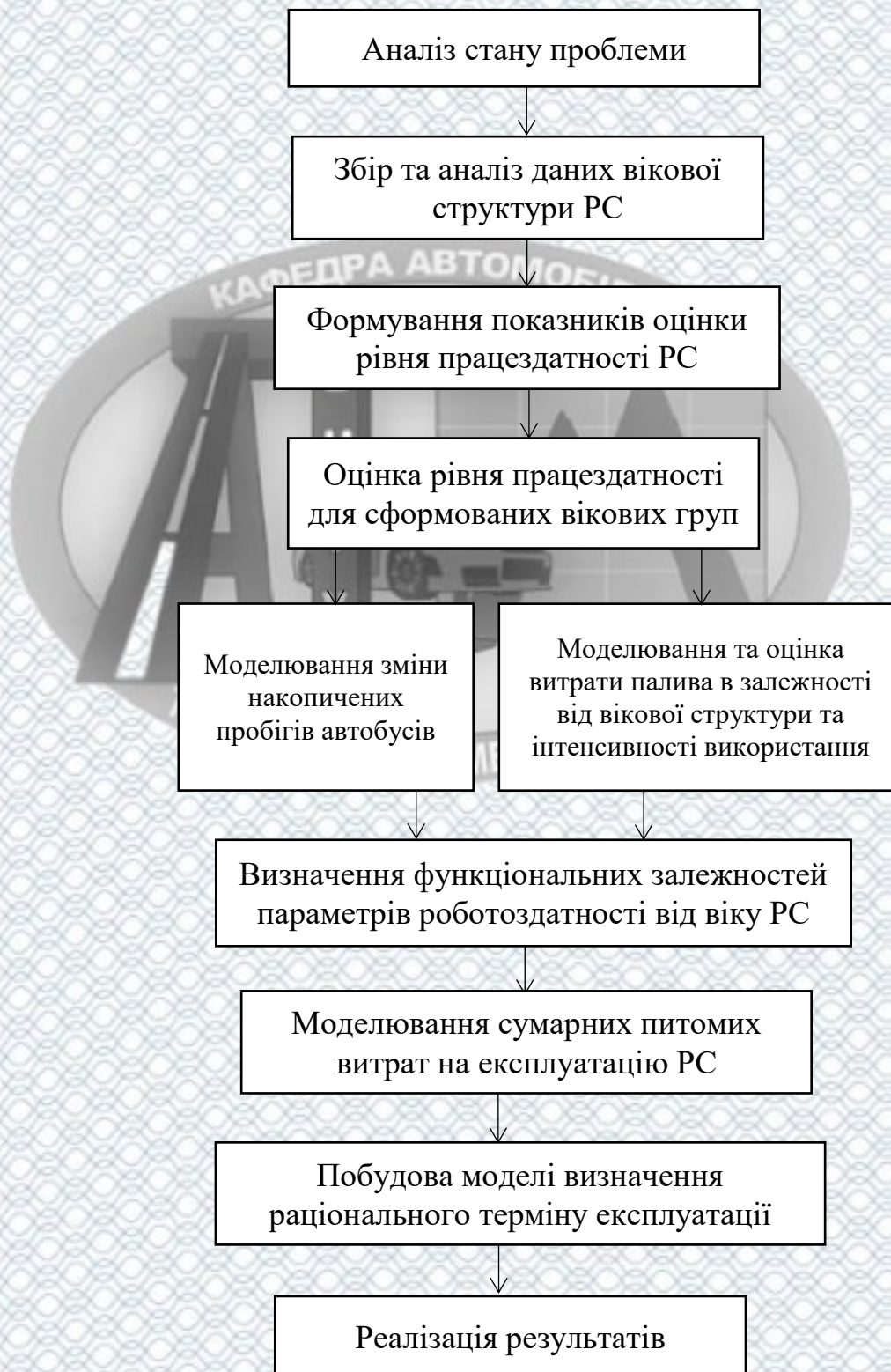


Рисунок 3.4 Загальна схема проведення дослідження

В залежності від вікової структури автобусів в розглянутих групах  $i$  і, відповідно, накопичених пробігах, що визначають рівень працездатності рухомого складу через коефіцієнти технічного використання, створюються умови для збору, аналізу, обробки інформації та побудови закономірностей, що описуються диференціальними і інтегральними функціями розподілу віку і накопичених пробігів для кожної розглянутої  $i$ -ї групи автобусів з вихідної вибірки  $n\Sigma$ , тобто для:

- диференціальної і інтегральної функцій розподілу віку  $i$ -ї групи автобусів:

$$f(t_{ij}) = \frac{1}{\sigma(t_{ij})\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t_{ij}-t_i)^2}{2\sigma^2(t_{ij})}}, \quad (3.1)$$

$$F(t_{ij}) = \frac{1}{\sigma(t_{ij})\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{(t_{ij}-t_i)^2}{2\sigma^2(t_{ij})}} dt_{ij}, \quad (3.2)$$

де  $i$  - індекс вікової групи АТЗ;

$j$  - індекс поточного значення віку автобуса  $t_{ij}$  в  $i$ -й віковій групі.

- диференціальної і інтегральної функцій розподілу накопичених пробігів  $i$ -ї групи автобусів.

$$f(L_{\Sigma ij}) = \frac{1}{\sigma(L_{\Sigma ij})\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(L_{\Sigma ij}-L_{\Sigma i})^2}{2\sigma^2(L_{\Sigma ij})}}, \quad (3.3)$$

$$F(L_{\Sigma ij}) = \frac{1}{\sigma(L_{\Sigma ij})\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{(L_{\Sigma ij}-L_{\Sigma i})^2}{2\sigma^2(L_{\Sigma ij})}} dL_{\Sigma ij}, \quad (3.4)$$

де  $i$  - індекс вікової групи АТЗ;

$j$  - індекс поточного значення  $L_{\Sigma ij}$  в  $i$ -тій віковій групі.

При цьому верхні (в) і нижні (н) довірчі  $t_{i0}^{вн}$  і толерантні  $t_{im}^{вн}$



$$t_{im}^{6H} = t_i \pm Z_y \sigma(t_i), \quad (3.5)$$

В даних виразах індекс  $i$  є індекс розглянутої вікової групи автобусів,  $Z_y$  - нормована випадкова величина для заданої ймовірності  $\gamma$ .

Аналогічним чином визначаються верхні (в) і нижні (н) довірчі  $L^{6H}$ ;  $n$  і толерантні  $L^{6H}$  границі для накопичених пробігів.

Довірчі границі (ДГ) для накопиченого пробігу:

$$L_{\Sigma id}^{6H} = L_{\Sigma i} \pm Z_y \frac{\sigma(L_{\Sigma i})}{\sqrt{n_i}}, \quad (3.6)$$

Толерантні границі (ТГ) для накопиченого пробігу:

$$L_{\Sigma im}^{6H} = L_{\Sigma i} \pm Z_y \sigma(L_{\Sigma i}), \quad (3.6)$$

У разі, якщо для розглянутих груп автобусів матимуть місце великі значення коефіцієнтів варіації по накопиченим пробігів, то для побудови їх диференціальних і інтегральних функцій розподілу і їх аналізу використовуються функції розподілу Вейбулла, тобто

$$F(L_{\Sigma i}) = 1 - e^{-\frac{L_{\Sigma i}^a}{\beta}}, \quad (3.7)$$

$$f(L_{\Sigma i}) = \frac{a}{\beta} \cdot L_{\Sigma i}^{a-1} \cdot e^{-\frac{L_{\Sigma i}^a}{\beta}}, \quad (3.8)$$

У виразах (3.7) і (3.8)  $\alpha$  є параметром форми розподілу, що визначаються з виразу:

$$\alpha = 1.042 \cdot v(L_{\Sigma i})^{-1.0473}, \quad (3.9)$$

або з таблиць, як функція від варіації.

$$a = \varphi[\text{Var}(L_{\Sigma_i})] \quad (3.10)$$

де  $\text{Var}(L_{\Sigma_i})$  - коефіцієнт варіації загального накопиченого пробігу автобусів для даної вікової групи.

У виразах (2.9), (2.10)  $\beta$  є наведене значення середнього накопиченого пробігу автобусів.

$$\beta = \left(\frac{L_{\Sigma_i}}{\beta_a}\right)^a, \quad (3.11)$$

де  $a$  - параметр масштабу розподілу.

$\beta_a$  - значення гамма-функції Ейлера для визначеного значення  $X = 1 + 1$ ,

$$\beta_a = \Gamma\left(\frac{1}{a} + 1\right). \quad (3.12)$$

У випадку сумарних накопичених пробігів, описуваних розподілом Вейбулла,  $V(L_{\Sigma_i}) > 0,4$ . Верхні і нижні толерантні межі накопиченого пробігу для розглянутих вікових груп автобусів в цілому для ймовірності  $\gamma$ :

$$L_{\Sigma_i}^s = [-\beta \cdot \ln(1 - \gamma)]^{1/a}, \quad (3.13)$$

$$L_{\Sigma_i}^n = [-\beta \cdot \ln \gamma]^{1/a}, \quad (3.14)$$

При оцінці рівнів працездатності автобусів, їх технічного стану і ефективності функціонування технічної служби АТП.

1. Коефіцієнт готовності:

$$a_{me} = \frac{n_{\Sigma} - n_{moip}}{n_{\Sigma}}, \quad (3.15)$$

де  $n_{\Sigma}$  - загальна кількість автобусів у вихідній вибірці, що експлуатуються в заданому розглянутому інтервалі часу;

$n_{moip}$  - фіксована кількість простоїв автобусів в ТО і ремонті за розглянутий інтервал часу.

2. Коефіцієнт випуску:

$$a_{вип} = \frac{n_{вип}}{n_{\Sigma}} \quad (3.16)$$

де  $n_{вип}$  - кількість автобусів, випущених в транспортний процес у вихідній вибірці в заданому розглянутому інтервалі часу.

3. Коефіцієнт технічного використання:

$$a_{те} = \frac{n_{\Sigma} - (n_{не} + n_{сл})}{n_{\Sigma}}, \quad (3.17)$$

де  $n_{не}$  - кількість автобусів у вихідній вибірці в заданому розглянутому інтервалі часу, які не вийшли на лінію;

$n_{сл}$  - кількість автобусів у вихідній вибірці в заданому розглянутому інтервалі часу знятих з лінії через відмову їх працездатності.

4. Коефіцієнт випуску також може бути представлений у вигляді:

$$a_{вип} = a_{me} (1 - a_n), \quad (3.18)$$

де  $a_n$  - коефіцієнт неробочих днів, то його значення може бути визначено з виразу виду:

$$a_n = 1 - \frac{a_{\text{вип}}}{a_{\text{мз}}}, \quad (3.19)$$

Таким чином, у разі наявності різних вікових груп автобусів в цілому по всій сукупності автобусів для середніх значень  $a_{\text{вип}}$  і  $a_{\text{мз}}$  можна записати:

$$a_{\text{вип}} = \frac{\sum_{i=1}^n a_{\text{вип}} \cdot P_{\text{вип}i}}{n}, \quad (3.20)$$

$$a_{\text{мз}} = \frac{\sum_{i=1}^n a_{\text{мз}} \cdot P_{\text{мз}i}}{n}, \quad (3.21)$$

У виразах (3.20) і (3.21)  $P_{\text{вип}i}$  і  $P_{\text{мз}i}$  є частотами прояви подій, що характеризують випуск ( $a_{\text{вип}}$ ) і технічне використання ( $a_{\text{мз}}$ ) автобусів для кожної з розглянутої вікової групи  $i$  і визначаються з виразів:

$$P_{\text{вип}} = \frac{n_{\text{вип}i}}{n_{\Sigma}}, \quad (3.22)$$

$$P_{\text{мз}} = \frac{n_{\text{мз}i}}{n_{\Sigma}}, \quad (3.23)$$

Зміна накопичених пробігів автобусів в процесі експлуатації в міру їх старіння (тобто в залежності від зміни їх віку) може бути записана в наступному вигляді:

$$L_{\Sigma}(t_i) = \frac{L_n}{\beta} [1 - a_{\text{мз}}(t_i)], \quad (3.24)$$

де  $L_n$  - пробіг нового автобуса;

$\beta$  - параметр, що характеризує інтенсивність зміни накопиченого пробігу;

$a_{\text{мз}}$  - коефіцієнт технічного використання.

Пробіг нового автобуса  $L_n$  для заданих  $L_p$  і обчислених параметрах  $a_{\text{мін}}$

і  $\beta$  може бути визначений з виразу виду:

$$L_n = \frac{L_p \beta}{1 - a_{m2}^{\min}}, \quad (3.25)$$

де  $a_{\min}$  - є мінімальне значення коефіцієнта технічного використання для заданого виробленого ресурсу автобуса.

Параметр, що характеризує інтенсивність зміни накопиченого пробігу  $\beta$ , може бути визначений:

$$\beta = -\frac{\ln a_{m2}^{\min}}{t_p}, \quad (3.26)$$

Проведений аналіз вікових груп автобусів з урахуванням часу їх поставок в АТП і подальшої задається вихідної вибірки вікової структури автобусів для проведення експериментальних досліджень в частині інтенсивності експлуатації автобусів, рівня їх технічного використання, витрати палива на маршрутах, витрат на підтримку рівня працездатності і т.д. зумовило виділення семи основних груп автобусів з різними часом їх поставок в експлуатацію, відповідними їх частотами, тобто:

$$P_1 = \frac{n_i}{n_{\Sigma}}, \quad (3.27)$$

де  $n_i$  - вікові групи автобусів з урахуванням років їх поставок в експлуатацію;  $n_{\Sigma}$  - загальна досліджувана вибірка автобусів.

В процесі проведення досліджень прийнята гіпотеза про неоднорідність витрати палива автобусами, які належать  $n$  віковим групам.

$$n_{\Sigma} = n_1 + n_2 + \dots + n_i \quad (3.28)$$

При цьому середня витрата палива в цілому по групах може бути визначена з виразу:

$$Q = \frac{P_1 \cdot Q_1 + \dots + P_n \cdot Q_n}{P_1 + \dots + P_n}, \quad (3.29)$$

Середньоквадратичне відхилення витрати палива з урахуванням частот визначається з виразу:

$$\sigma(Q) = \sqrt{\sum (P_i \cdot (\sigma_i(Q))^2 + (Q - Q_i)^2) + \dots \sum (P_i \cdot (\sigma_i(Q))^2 + (Q - Q_i)^2)} \quad (3.30)$$

### 3.5 Моделювання сумарних питомих витрат на експлуатацію рухомого складу

Як відомо, в практиці досліджень розрізняють: економічно доцільні терміни служби, призначені для цілей планування; амортизаційні терміни служби, призначені для погашення первісної вартості і нагромадження коштів на відтворення машин; фактичні терміни служби.

Основними факторами, що визначають термін служби автобусів, є: початкові значення показників якості автомобіля і властивості динаміки їх зміни, наприклад, вартість, початкова продуктивність, надійність і економічність; умови використання, прийнята система технічного обслуговування і ремонту, якість виконання необхідних робіт; розмір парку автобусів, необхідний на кінець планованого періоду (особливо істотно при 'голчастій' віковій структурі парку), розмір парку на початок планованого періоду, схема і методика поставки автобусів в протязом планованого періоду; моральний знос автобусів; наведені питомі витрати на експлуатацію та закупівлю автобусів і запасних частин, амортизацію, а також функціонування ремонтно-обслуговуючої бази. Відомо, що амортизаційний термін служби автобуса - тривалість експлуатації в роках, встановлена з урахуванням економічно обґрунтованого терміну експлуатації, фізичного та морального зносу в умовах планованого рівня використання, виробництва або закупівлі та оновлення парку автобусів.

Амортизаційний термін служби призначений для визначення норм

амортизаційних відрахувань на повне відновлення (реновацію) та нормативів витрат на ТО і ремонт.

Згідно з прийнятими визначеннями амортизація - це процес перенесення вартості засобів праці у міру їх зносу на вартість виробленої продукції, робіт і послуг з метою акумуляції коштів для подальшого повного відновлення (реновації) основних фондів.

Практично при розрахунку значень повних наведених питомих витрат, що представляють собою цільову функцію пропонованої далі моделі, амортизація представляється часткою вартості автобуса, що припадає на один рік експлуатації на лінії (в АТП).

Норма амортизації - встановлений розмір амортизаційних відрахувань на повне відновлення основних фондів за певний період по конкретному їх виду (групі, підгрупі), виражена як правило у відсотках до їх балансової вартості. Відповідно до прийнятої практики, що застосовується, відсоток амортизації - лінійна (зворотна) функція від кількості років, протягом яких автобус передбачається експлуатувати.

Економічно доцільний термін служби - така тривалість використання автобуса, при якій забезпечується експлуатація автобуса з мінімальними приведеними питомими витратами і, отже, отримання найбільшого економічного ефекту.

Фактичний ресурс автобуса є час дійсного його функціонування. Він може бути визначений на основі актів списання, а також шляхом зіставлення наявного парку з щорічними поставками техніки.

Основою для визначення економічно доцільних термінів служби автобуса є фактичні дані про витрати на підтримку автобусів в працездатному стані в міру їх старіння, дані з напрацювання, пробігу, виконану роботу підприємствами муніципального пасажирського транспорту, витраті палива, масел і т.д.

Економічно доцільний термін служби автобусів, що задається їх фізичним зносом, традиційно визначається, як уже зазначалося вище, з умови їх використання з мінімальними питомими витратами за весь період експлуатації. Відповідно до цього в якості цільової функції, використовуваної для визначення оптимального терміну служби автобуса, при цих правилах приймаються наведені витрати в розрахунку на одиницю виконаної роботи, і на можливе безлічі зміни впливають параметрів знаходиться поєднання значень цих параметрів, відповідне мінімуму побудованої функції.

Визначення економічно доцільних термінів служби, таким чином, зводиться до мінімізації функції приведених витрат і збитків [36]:

$$\sum(C_i) + E_n \cdot K_{yo} + C_y, \quad (3.31)$$

де  $C_i$  - питомі поточні витрати на одиницю виконаної роботи по  $i$ -ої складової (експлуатація транспортного засобу, витрати на паливо, масло та інші витратні матеріали, на запасні частини, капітальні ремонти), грн. / од. напрацювання;

$E_n$  - коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$K_{yo}$  - питомі капітальні вкладення на од. напрацювання;

$C_y$  - питомі збитки від ненасиченості або надлишку автобусів і простоїв з технічних причин, грн./од. напрацювання.

Наприклад, при голчастій віковій структурі  $C_y$  виникають при нестачі транспортних одиниць в кінці періоду експлуатації автобусів, в разі визначення необхідної кількості автотransпортних засобів в середньому, за середнім віком експлуатації і т.д., або при надлишку в початковому періоді експлуатації.

Економічно доцільний, раціональний термін служби автобуса визначається, таким чином, з умови, що прибуток підприємства (з урахуванням рівномірного розподілу по всьому терміну експлуатації) за цей термін повинна бути максимальною.



Прибуток визначається як різниця між доходом транспортного підприємства і експлуатаційними витратами за весь час з початку експлуатації, а також платою за фонди, відрахуваннями до фондів підприємства, амортизаційні фонди:

$$P = D - (C_{\phi} + C_e), \quad (3.32)$$

де  $P$  - прибуток підприємства, грн./од. напрацювання;

$D$  - дохід підприємства, грн./од. напрацювання;

$C_{\phi}$  - плата за фонди, відрахування до фондів підприємства, грн./од. напрацювання;

$C_e$  - експлуатаційні витрати за весь період експлуатації, грн./од. напрацювання.

Прибуток, що утворюється при роботі муніципального транспорту, зайнятого на перевезенні пасажирів, являє собою плату за проїзд, що надходить з різних джерел, - оплата самими пасажирами за кожен поїздку, переказ коштів з муніципальних фондів за пільгових пасажирів, а також субсидії за роботу в святкові дні, які приймає на себе муніципалітет міста. Також діє система дотацій на перевезення пасажирів у зв'язку з тим, що поки що недостатній рівень купівельної спроможності населення вартість проїзду в повному обсязі окупає витрати на функціонування автобусних парків і на підтримку працездатності автобусів на належному рівні. У зв'язку з цим реальне розпорядження доходами, одержуваними автобусними парками за виконану роботу, в значній мірі зосереджено в муніципалітеті.

З централізованих амортизаційних фондів надходять кошти на закупівлю нових одиниць рухомого складу. З цього схематично описаного порядку формування відновлення парку, як одного великого функціонуючого об'єкта, ми і будемо виходити надалі при визначенні складових цільової функції.

Зокрема, розуміючи, що ні оплата проїзду, ні підтримка пільгових груп населення, ні субсидії не залежать від віку автомобілів, що використовуються в перевізному процесі, можна зробити висновок, що в даному дослідженні ця величина може бути прийнята константою і, таким чином, виключена з цільової функції. У зв'язку з цим завдання може бути переформульоване з пошуку максимального питомого прибутку за раціональний термін експлуатації автобусів на пошук мінімальних питомих витрат, понесених парком, або скоріше, мінімальної собівартості одиниці виконуваної роботи.

Роботу пасажирського транспорту зазвичай вимірюють в км пробігу або в пасажиро-кілометрів. Розподіл щільності пасажиропотоку на один транспортний засіб за часом доби вельми нерівномірно, але вкрай мало залежить від віку автобусів. У зв'язку з цим більш коректно і цілком допустимо вважати питомі витрати різної природи по відношенню до накопиченого пробігу. Тоді наведені питомі витрати можуть бути представлені:

$$C_e = C_a + B_{то} + B_{ш} + B_{зч} + B_p + B_n + B_с + B_{ін}, \quad (3.33)$$

де  $C_a$  - амортизаційні відрахування на реновацію, грн. / км;

$B_{то}$  - витрати на технічне обслуговування, грн. / км;

$B_{ш}$  - витрати на шини, грн. / км;

$B_{зч}$  - витрати на запасні частини, грн. / км;

$B_p$  - витрати на всі види ремонту, грн. / км;

$B_n$  - витрати на паливо, мастило, грн. / км;

$B_с$  - витрати на оплату праці водіїв, грн. / км;

$B_{ін}$  - інші, не враховані в вищеназваних складових витрати, такі як накладні витрати і т.д., в грн. / км.

Розрахунок витрат на паливо на 1 км пробігу проводиться за формулою:

$$B_n = \frac{L_{\Sigma}}{L_{сер} \cdot C_n \cdot Q_{сер}}, \quad (3.34)$$

де  $L_{сер}$  - середньорічний пробіг 1 автобуса, тис.км;

$Q_{сер}$  - витрата палива на 1 км пробігу – 0,44л;

$L_{\Sigma}$  - сумарний річний пробіг парку, тис.км;

$C_n$  - ціна палива – 21.40 грн/л.

Розрахунок витрат на мастильні матеріали 1 км пробігу проводиться за формулою:

$$B_{мм} = 0.01 \cdot Q_{сер} \cdot (N_1 \cdot C_m + N_2 \cdot C_t), \quad (3.35)$$

де  $N_1$  - норми витрат на моторні оливи – 2,0 л/100км;

$N_2$  - норми витрат на трансмісійні оливи – 0,3 л/100км;

$C_m$  - ціна на моторні оливи – 198 грн/л;

$C_t$  - ціна на трансмісійні оливи – 225 грн/л.

Норми витрат прийнято згідно Наказу Міністерства транспорту та зв'язку України №43 від 10.02.1998р. “Про затвердження Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті”.

Розрахунок витрат на АКБ, на 1км пробігу проводиться за формулою:

$$B_{акб} = C_{акб} \cdot 2 / (T_{рес} \cdot K_k \cdot L_{міс}), \quad (3.36)$$

де  $C_{акб}$  - Вартість АКБ - 2500грн;

$T_{рес}$  - Експлуатаційна норма ресурсу АКБ – 19 місяців;

$K_k$  - коефіцієнт коригування - 0,96;

$L_{міс}$  - Фактична інтенсивність експлуатації автобуса км/міс. – 5550.

Експлуатаційна норма та коефіцієнт коригування прийнято згідно наказу Міністерства транспорту та зв'язку України №489 від 20.05.2006р. “Про затвердження Експлуатаційних норм середнього ресурсу акумуляторних

свинцевих стартерних батарей колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі” .

Розрахунок витрат на шини, на 1км пробігу проводиться за формулою:

$$B_{\text{шини}} = (C_{\text{шини}} \cdot N \cdot L_{\text{сер}}) / L_{\text{шини}}, \quad (3.37)$$

де  $L_{\text{сер}}$  - середній пробіг автобуса, км;

$N$  - кількість коліс на автобусі - 4 шт;

$C_{\text{шини}}$  - вартість однієї шини - 3400грн;

$L_{\text{шини}}$  - норма пробігу шини 80000км.

Норма ресурсу шини прийнято згідно Наказу Міністерства транспорту та зв'язку України №488 від 20.05.2006р. “Про затвердження Експлуатаційних норм середнього ресурсу пневматичних шин колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі”.

Витрати на ТО та Р на 1км пробігу проводиться за формулою:

$$B_{\text{ТОіР}} = 1 / L_{\text{річн}} \cdot (N_{\text{що}} \cdot C_{\text{що}} + N_{\text{то1}} \cdot C_{\text{то1}} + N_{\text{то2}} \cdot C_{\text{то2}} + (L_{\text{річн}} \cdot C_{\text{зч}}) / 1000), \quad (3.38)$$

де  $L_{\text{річн}}$  - Річний пробіг автобусів;

$N_{\text{що}}$  - кількість ЩО – 324;

$N_{\text{то1}}$  - кількість ТО-1 – 10;

$N_{\text{то2}}$  - кількість ТО-2 – 3;

$C_{\text{що}}$  - нормативи витрат на ЩО – 65 грн;

$C_{\text{то1}}$  - нормативи витрат на ТО-1 - 270 грн;

$C_{\text{то2}}$  - нормативи витрат на ТО-2 - 440 грн;

$C_{\text{зч}}$  - нормативи витрат на запасні частини - 520 грн.

Розрахунок витрат на амортизацію транспорту

- Ціна нового автобуса - 4.2 млн.грн;

- Залишкова вартість автобуса –380 тис.грн;

- Витрати на амортизацію автобуса на 1 км пробігу – 1,5 грн

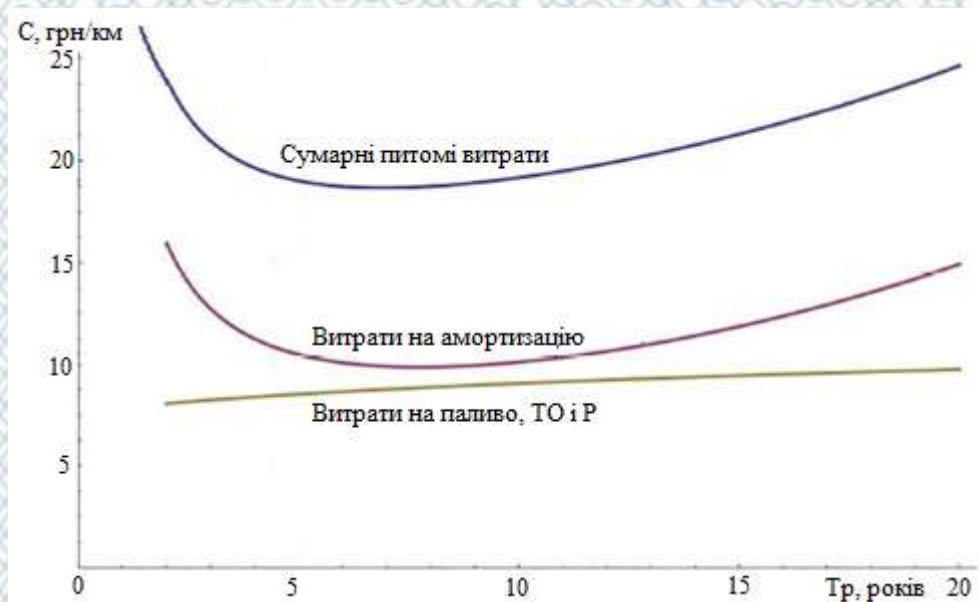
Результати розрахунків заносимо у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Показники собівартості перевезень на 1км

Показники	грн/1км
Вартість палива	8.4
Витрати на мастильні матеріали	1.69
Витрати на АКБ	0.05
Витрати на ТО та Р	1.07
Витрати на шини	5.26
Витрати на амортизацію	8.0
Сумарно	26.43

Для визначення оптимального терміну служби, виходячи з економічної доцільності, слід знайти залежність величини собівартості одиниці корисної роботи автобуса від терміну служби - в середньому по всьому періоду експлуатації. Термін служби автобуса, при якому буде забезпечена найменша собівартість, і слід вважати раціональним з економічної точки зору.

Стаття собівартості - питомі амортизаційні відрахування на реновацію зменшуються по гіперболічній залежності зі збільшенням терміну служби. Такий характер кривої пояснюється тим, що сума, витрачена на придбання даного автотранспортного засобу, розподіляється на все більшу кількість років експлуатації автобуса. Безумовно, ця величина (так само, як і вартість автобуса, яка приймається константою в різні періоди функціонування системи для коректності порівняння) має чітко виражений характер. Залежно від віку списання. Якщо ж розглядати питому величину амортизаційних відрахувань, припадають на одиницю виробленої роботи (від початку експлуатації і до моменту списання) на кілометр пробігу, то потрібно враховувати, що накопичений пробіг в ході експлуатації не є прямою функцією від терміну експлуатації, і навіть не є лінійною залежністю. Існує значна кореляція між терміном експлуатації та накопиченим пробігом, однак співвідношення цих параметрів є випадковою величиною з певним законом розподілу ймовірностей.



Залежність зміни питомих витрат по всьому періоду експлуатації, в залежності від року списання, разом з амортизаційними витратами і витратами на паливо, ТО і ПР

В межах одного віку закон розподілу ймовірності для річного пробігу, як правило, може бути прийнятий у вигляді нормального розподілу з деяким середнім значенням і коефіцієнтом варіації.

Залежність цього середнього значення від віку автобуса тим істотніше, чим більшому навантаженню піддається автобус в перший, другий рік експлуатації та відповідно до багатьох проведених досліджень [17].

Крім того, оскільки залежність середнього накопиченого пробігу від віку автобуса не є лінійною (як уже говорилося вище), при розрахунку питомих витрат з базою за віком або по пробігу повинна застосовуватися функція пробігу від віку (або у зворотний бік, від пробігу) в якості масштабованого перекладу. Наприклад, прийнявши залежність середньорічного пробігу від віку автобуса як експонентну функцію отримаємо вираз для накопиченого пробігу в залежності від віку:

$$L_s = W(t) = \frac{k \cdot (1 - e^{-ct})}{c}, \quad (3.37)$$

Інші складові статті питомих експлуатаційних витрат, що подаються, як правило, спочатку в залежності від пробігу, такі як питомі витрати на запасні частини, на ТО і всі види ремонтів зі збільшенням як віку, так і сумарного пробігу автобуса, зростають. Деякі статті собівартості, такі, наприклад, як величина заробітної плати, яка припадає на одиницю виробленої роботи (при незмінних розцінках, так само, як і вартість автобуса, як прийнято вище), залишаються майже незмінними, незалежними від терміну експлуатації. Сумарна величина питомих витрат за цими статтями собівартості являє собою пряму, паралельну осі абсцис. Отже, при проведенні пошуку оптимального значення терміну експлуатації парку ці статті витрат можуть не враховуватися.

Якщо аналітично підсумувати отримані криві залежності функції, то сумарна крива буде представляти собою зміну собівартості одиниці роботи в залежності від прийнятого терміну служби автобуса. Для кожного прийнятого терміну служби автобуса розраховується відповідна точка сумарної кривої, що представляє собою усереднену (за ймовірністю) величину собівартості одиниці роботи, відповідну терміну служби автобуса від початку експлуатації до передбачуваного моменту ліквідації (списання).

Собівартість одиниці роботи визначається як частка від ділення накопиченої суми всіх витрат за будь-який термін служби автобуса, пов'язаних з використанням і придбанням автобуса, за вирахуванням ліквідаційної її вартості на накопичену кількість виробленої за цей же період роботи.

Фактична собівартість одиниці роботи не залишається постійною, а суттєво змінюється в залежності від амортизаційного терміну служби автобуса. Спочатку, тобто при прийнятті малих періодів експлуатації автобуса, величина собівартості знижується, досягаючи деякого мінімального значення, після чого при подальшому збільшенні термінів списання вона починає зростати.

Термін служби автобуса, при якому досягається мінімальна собівартість одиниці роботи, прийнято вважати економічно оптимальним терміном служби (без урахування впливу морального зносу). Методи визначення економічно найвигідніших термінів служби автобусів вимагають, як правило, виконання в тих чи інших варіантах роботи по встановленню діючих закономірностей зміни питомих експлуатаційних витрат автобуса в залежності від його терміну служби або, що більш прийнято, від накопиченого пробігу. Встановити цю закономірність в більшості випадків можливе тільки в кооперації з тими державними організаціями, які експлуатують міський пасажирський транспорт, в яких налагоджений правильний аналіз або хоча б збір необхідної для таких розрахунків статистичної інформації.

Проведення ресурсних випробувань і спеціальних спостережень за технікою є трудомісткою, а найголовніше тривалою роботою. Питомі збитки від простоїв автобусів з технічних причин визначаються за формулою:

$$C_y = \Pi_n + \Pi_{над} + \Pi_n, \quad (3.38)$$

де  $\Pi_n, \Pi_{над}, \Pi_n$  – відповідно питомі втрати від ненасиченості, надлишку автобусів і простоїв з технічних причин, грн. / од. напрацювання.

Коефіцієнт готовності в  $t$ -му році експлуатації дорівнює:

$$a_t(t) = \frac{W(t) + (1 - \beta(t))(W_1 - W(t))a_{t1}}{W_1}, \quad (3.39)$$

де  $\beta(t)$  - частка простоїв автобуса через ненадійність в загальних простоях в  $t$ -му році в порівнянні з 1-м повним роком використання;

$W_1, a_{t1}$  - відповідно напрацювання і коефіцієнт готовності в 1-му повному році експлуатації автобуса.



Витрати на зарплату водіїв за умови сталості виконуваної роботи (нехтуючи в даному випадку соціальними, інфляційними впливами) можуть бути прийняті постійними і, отже, незалежними від віку автобуса, а також від терміну його служби.

Додаткові накладні витрати, як правило, представляються функцією від виконаної роботи, сумарного пробігу і, таким чином, також не мають або мають малозначиму залежність від терміну служби автобуса. Основними факторами, які залежать від віку автобуса, є витрати на паливо і масла, а також витрати на ТО і ПР, запасні частини. Також від терміну служби залежать питомі амортизаційні витрати.

У роботі [21] на розглянутої в статистичному експерименті групі автобусів також визначалася статистична залежність накопиченого сумарного пробігу в регіоні експерименту від часу експлуатації. на даній вибірці не було виявлено статистичної значущою нелінійної залежності, в зв'язку з чим при обліку зазначених досліджень наведена вище залежність може бути прийнята для аргументу «сумарний пробіг автомобіля »L.

У той же час на прийнятому нами експериментальному полі - територія м Вінниця - для поставленого завдання, що розглядає поведінку і економічні характеристики експлуатації автобусів з самого початку, умовно з нульового року / кілометра експлуатації, залежність накопиченого пробігу від терміну експлуатації може бути іншою і буде визначатися із зібраних статистичних даних.

### **3.6 Визначення функціональних залежностей параметрів роботоздатності від віку рухомого складу та побудова алгоритму**

При побудові цільової функції обсяг роботи, що виконується за час експлуатації автобусом (також, як і парком), був прийнятий як накопичений сумарний пробіг, в зв'язку з тим, що обсяг в пасажиро-кілометрів також, як і в кілометрах, не залежить від віку списання автобуса, який потрібно

оптимізувати, а техніко-економічні характеристики автобуса залежать саме від накопиченого пробігу, причому ці два параметри пов'язані між собою коефіцієнтом пропорційності, по крайній мері в рамках сталості маршрутної мережі, регулярності руху і виконання завдання муніципалітету на виконання перевезень пасажирів. За цільову функцію прийняті питомі витрати на одиницю пробігу, тобто підсумовані повні накопичені витрати, віднесені до виконаної за аналізований період роботи, залежні як від граничного терміну експлуатації, так і від кількості вікових груп, і від стратегії використання рухомого складу.

Оптимальним є рішення по варіативним параметрам, при якому значення цільової функції зводиться до мінімуму:

$$\sum C_{is}(T_p, n) + C_a(T_p, n) \rightarrow \min, \quad (3.40)$$

$$C_{is}(T_p, n) = \frac{\int_0^{T_p} C_i(L_s(t, T_p, n)) \cdot R(L_s(t, T_p, n)) \cdot Au_0(T_p, n) dt}{W(T_p, n)}, \quad (3.41)$$

де  $C_{is}$  - інтегральні питомі витрати по  $i$ -ої складової витрат, в залежності від  $T_p$  і  $n$ ;

$C_i(L_s(t, T_p, n))$  - поточні питомі витрати по  $i$  - ої складової витрат.

Залежно від накопиченого пробігу  $L_s$ , що залежить в свою чергу від часу експлуатації. Ці функції залежать від підтримуваної вікової структури;

$L_s(t, T_p, n)$  - функція накопиченого сумарного пробігу в залежності від часу експлуатації  $t$ , від граничного терміну експлуатації  $T_p$  і від кількості вікових груп в парку  $n$ .

$R(L_s)$  - функція ймовірності безвідмовного стану автобуса;

$$C_{ca}(T_p, n) = \frac{C_s \cdot Au_0(T_p, n) \cdot (1 + \delta/100)^{(T_p/n-1)}}{W(T_p, n)}, \quad (3.42)$$

де  $C_{ca}$  - питомі витрати на відновлення облікового складу парку (на амортизацію) з урахуванням витрат на обслуговування кредитування закупівель автобусів;

$C_s$  - витрати на заміну одного списаного та придбання нового автобуса;

$\delta$  - банківська відсоткова ставка;

$W(T_p, n)$  - функція виконаного обсягу робіт за весь термін експлуатації однієї групи автобусів;

$Au_0(T_p, n)$  - кількість одиниць автобусів в розглянутій групі на момент часу 0 (початок експлуатації), - в залежності від граничного терміну експлуатації  $T_p$  і кількості вікових груп  $n$ .

Для проведення розрахунків функції  $l_{mx}(L), R(L), a_t(L), \beta(L), C_i(L_s(t))$  формуються з статистичних даних.

Накопичений пробіг до моменту часу  $t$  при граничному терміні експлуатації  $T_p$ :

$$L_s(t, T_p, n) = \int_0^t l_s(x, T_p, n) dx, \quad (3.43)$$

де  $l_s$  - функція умовного річного пробігу, залежна від часу експлуатації та від граничного терміну експлуатації автобуса:

$$l_s(x, T_p, n) = l_{\max}(L_s(x, T_p, n)) \cdot \beta(L_s, n):$$

$$l_s(L(x, T_p, n)) = \frac{Q(T_p, C_1) \cdot T_p + n \cdot (Q(T_p \cdot n^{-1}, C_1) - Q(T_p, C_1)) \cdot x}{T_p \cdot R(L(x))}, \quad (3.44)$$

$$\text{де } Q(T_p, C_1) = U_s(U_t^{(-1)}(t + C_1), n) \cdot R(U_t^{(-1)}(t + C_1))$$

$$U_s(L, n) = l_{\max}(0) \cdot \frac{a_t(L)}{a_t(0)} \cdot \beta(L, n),$$

Кількість автобусів, яку необхідно придбати в одну вікову групу:

$$Au_0(T_p, n) = \frac{W}{l_{mx}(0) \cdot \sum R(L_i) \cdot \frac{a_i(L_i)}{a_i(0)} \cdot \beta(L_i, n)}, \quad (3.45)$$

де  $\beta(L_i, n)$  - функція переваги використання автобусів в залежності від їх пробігу 'L' і кількості вікових груп 'n';

$a_i(L_i)$  - коефіцієнт технічної готовності в залежності від накопиченого пробігу;

$L_i$  - накопичений пробіг до моменту часу  $T_i = T_p \cdot i / n, i = 1 \div n,$

$l_{mx}(0)$  - макс. річний пробіг одного автобуса на початку експлуатації.

Об'єм виконаної роботи:

$$W(T_p, n) = \frac{W}{l_{mx}(0) \cdot \sum R(L_i) \cdot \frac{a_i(L_i)}{a_i(0)}} \cdot \int_0^{L(T_p)} R(L) dL, \quad (3.46)$$

де  $L_i = \frac{T_p \cdot i}{n}$

Блок-схема алгоритму проведення розрахунків приведена на малюнку 3.5. Опис блоків наведеного алгоритму:

- 1) Введення вхідних даних, підготовлених і сформованих після обробки статистичних матеріалів.
- 2) Формування блоків розрахунку окремих функцій ( $R[L], a_m[L], \beta[L], l[L]$ ).
- 3) Проведення розрахунків по формуванню залежності максимального накопиченого пробігу автобуса і початкового річного пробігу від граничного терміну експлуатації  $T_p$ .
- 4) Розрахунок залежності середньорічного пробігу і накопиченого пробігу від календарного віку автобуса при різних значеннях граничного терміну експлуатації  $T_p$ .

5) Побудова залежностей питомих витрат на паливо, ПММ, ТО і ПР, амортизацію автобусів, як на один автобус, який повністю допрацював до граничного терміну експлуатації  $T_p$ , так і на всю закуплену і запущену в експлуатацію підгрупу автобусів, а також необхідну кількість автобусів для одноразової закупівлі - в залежності від  $T_p$  на одиницю виконаної транспортної роботи.

6) Побудова функції сумарних питомих витрат на експлуатацію та підтримку працездатності автобусів в залежності від  $T_p$ .

7) Визначення розрахункового оптимального значення і раціональних меж для граничного строку експлуатації автобуса в рамках прийнятої моделі і відповідного значення сумарних питомих витрат.

8) Задання кількості вікових груп  $n$ .

9) Розрахунок і формування функції залежності накопиченого сумарного пробігу і річного пробігу від календарного терміну експлуатації, граничного терміну експлуатації  $T_p$  при заданій кількості рівномірно розподілених вікових груп.

10) Побудова функцій поведінки окремих складових питомих витрат, необхідної стартової кількості автобусів в одній віковій групі і у всіх групах в цілому за весь період граничного терміну експлуатації  $T_p$  в залежності від кількості вікових груп і від  $T_p$ .

11) Побудова функції сумарних питомих витрат на експлуатацію та підтримку працездатності автобусів в залежності від кількості вікових груп і від  $T_p$ .

12) Визначення розрахункового оптимального значення і раціональних меж для граничного строку експлуатації автобуса і відповідного значення сумарних питомих витрат в залежності від кількості вікових груп.

15) Підготовка і висновок на екран і основні і допоміжні результати розрахунків (для випадку експлуатації автобусного парку в залежності від кількості вікових груп / (від відстані між сусідніми віковими групами в роках при рівномірній розподіленій за часом вікову структуру) і від  $T_p$ .

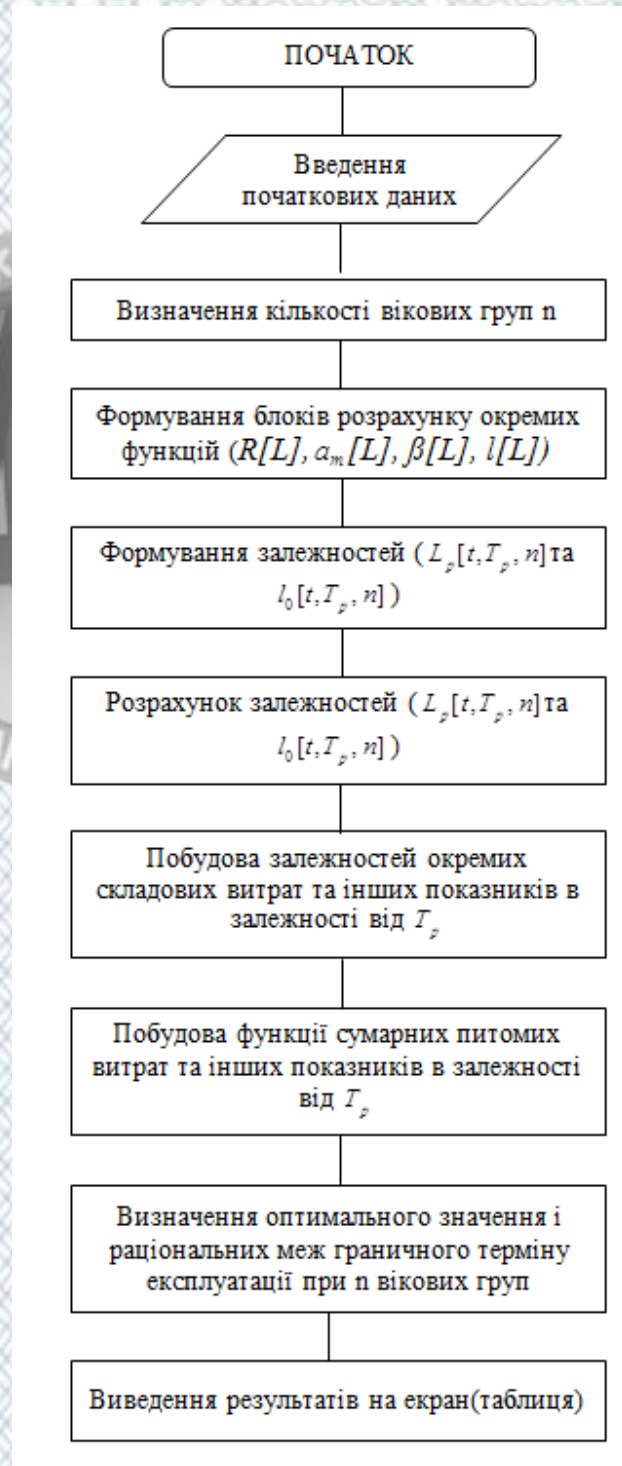


Рисунок 3.5 – Алгоритм програми

## Висновки до третього розділу

1) На основі проведеного аналізу було визначено сукупність факторів і параметрів, значення яких повинні бути встановлені шляхом збору та обробки статистичних даних, що характеризують роботу КП «Вінницька транспортна компанія».

2) Розглянуто підходи до побудови моделі пошуку раціональних термінів експлуатації автобусів.

3) Побудовано математичну модель для проведення розрахунків параметрів та розроблено алгоритм проведення дослідження, що характеризують функціонування автобусного парку, в залежності від стратегії підтримки вікової структури парку.

4) Показано, що характеристики експлуатації автобусного парку впливають як на показники собівартості одиниці виконуваної роботи за весь період експлуатації автобуса в парку, так і на значення раціонального терміну служби автобуса.

## 4 РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОБУСІВ

### 4.1 Вікова структура та інтенсивність експлуатації рухомого складу для заданих виборок

У процесі експериментальних досліджень в рамках поставлених завдань збір, обробка та аналіз інформації, що збиралась про інтенсивність експлуатації автобусів КП «Вінницька транспортна компанія» (в залежності від зміни їх вікової структури і, відповідно, зміни накопичених пробігів, що визначають рівень працездатності рухомого складу за допомогою оцінки коефіцієнта технічного використання), здійснювався на основі використання статистичної інформації що задається вибіркою в 66 од. до прийнятої вікової структури автобусів, відповідної вихідної структури для рухомого складу в КП «Вінницька транспортна компанія». При цьому для аналізу вікової структури і накопичених пробігів автобусів була прийнята наступна вибірка:

1-а група АТЗ (поставки автобусів з 2008-10 року) -  $n_1 = 7$  од. ;

2-а група АТЗ (поставки автобусів з 2011 року) -  $n_2 = 8$  од. ;

3-я група АТЗ (поставки автобусів з 2012 року) -  $n_3 = 8$  од. ;

4-а група АТЗ (поставки автобусів з 2013 року) -  $n_4 = 5$  од. ;

5-а група АТЗ (поставки автобусів з 2014 року) -  $n_5 = 16$  од. ;

6-а група АТЗ (поставки автобусів з 2015 року) -  $n_6 = 14$  од. ;

7-а група АТЗ (поставки автобусів з 2016-17 року) -  $n_7 = 8$  од. ;

Всього автобусів в 7-х вибірках (од.):

$$n_{\Sigma} = 66 \text{ од.}$$

Частки (частоти) вікових груп автобусів в заданих вибірках(таблиця 4.1):



Таблиця 4.1 – Частки вікових груп автобусів в заданих вибірках

$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$
0.10	0.12	0.12	0.07	0.24	0.21	0.12

Середній вік автобусів в  $n$  вікових групах(таблиця 4.2) складає:

Таблиця 4.2 - Середній вік автобусів в  $n$  вікових групах

$t_{\Sigma 1}$	$t_{\Sigma 2}$	$t_{\Sigma 3}$	$t_{\Sigma 4}$	$t_{\Sigma 5}$	$t_{\Sigma 6}$	$t_{\Sigma 7}$
11	9	8	7	6	5	3.5

З урахуванням виявлених частот  $P_i$  середній вік автобусів  $t_{\Sigma}$  і його середньоквадратичне відхилення  $\sigma(t_{\Sigma})$  для двох розглянутих вікових груп (в роках) визначається з виразів:

$$t_{\Sigma} = \frac{t_{\Sigma 1} \cdot P_1 + \dots + t_{\Sigma i} \cdot P_i}{P_1 + \dots + P_i}, \quad (4.1)$$

$$\sigma(t_{\Sigma}) = \sqrt{P_1 \cdot (\sigma^2(t_{\Sigma 1}) + (t_{\Sigma} + t_{\Sigma 2})^2) + \dots + P_i \cdot (\sigma^2(t_{\Sigma i}) + (t_{\Sigma} + t_{\Sigma i})^2)}, \quad (4.2)$$

Використання оцінки середнього віку і середньоквадратичного відхилення з урахуванням частот розглянутих вікових груп автобусів дозволяє визначити середній вік автобусів  $t_{\Sigma}$  і його середньоквадратичне відхилення  $\sigma(t_{\Sigma})$  в цілому для семи груп:  $t_{\Sigma} = 6.67$ ,  $\sigma(t_{\Sigma}) = 2.83$

Верхні і нижні довірчі ( $t_{io}^u, t_{io}^n$ ) і толерантні границі ( $t_{im}^u, t_{im}^n$ ) вікового складу автобусів (в роках) за 7-ма розглянутими віковими групами (для заданої ймовірності  $\gamma = 0,9$ ) складуть :

$$t_{io}^e = 6.67 + 1.28 \frac{2.83}{\sqrt{66}} = 7.11$$

$$t_{io}^n = 6.67 - 1.28 \frac{2.83}{\sqrt{66}} = 6.22$$

$$t_{im}^u = 6.67 + 1.28 \cdot 2.83 = 10.29$$

$$t_{im}^n = 6.67 - 1.28 \cdot 2.83 = 3.04$$

При цьому довірчі і толерантні границі для семи вікових груп автобусів (в роках), приймають наступні значення(таблиця 4.3): верхні (в) і нижні (н) довірчі границі:

Таблиця 4.3 - Довірчі і толерантні границі для семи вікових груп автобусів

№	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_5$	$t_7$
t	11	9	8	7	6	5	3.5
P	0.1	0.12	0.12	0.07	0.24	0.21	0.12
$t_{io}^e$	11.0483	9.0543	8.054	7.0400	6.0768	5.0718	3.5543
$t_{io}^n$	10.9516	8.9456	7.945	6.9599	5.9232	4.9281	3.4456
$t_m^e$	11.128	9.1536	8.1536	7.0896	6.3072	5.2688	3.6536
$t_m^n$	10.872	8.8464	7.8464	6.9104	5.6928	4.7312	3.3464

Оцінка інтенсивності експлуатації автобусів сімейства ЛАЗ та Богдан в КП «Вінницька транспортна компанія» здійснювалася для вищезазначених вибірок вікових груп  $t$  (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4 - Оцінка інтенсивності експлуатації автобусів

Показник	Група						
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_5$	$t_7$
t, роки	11	9	8	7	6	5	3.5
$L_i^{\min}$ тис.км	192.442	331.37	198.900	250.613	206.672	123.64	86.65
$L_i^{\max}$ тис.км	444.614	496.66	440.107	358.248	340.508	301.78	150.74
$v(t)$ тис.км	352.646	420.68	335.559	308.888	280.504	261.15	115.58
$\sigma(L_i)$	91.7	48.5	85.71	34.3	38.8	49.8	22.5
$v(L_i)$	0.2600	0.1152	0.2554	0.1110	0.1383	0.190	0.19

Наприклад: 1-а група: вік автобусів  $t_1 = 11$  років.  $\sigma(t) = 2.83$ .

Накопичені пробіги (в тис.км) від мінімального до максимального значення лежать в діапазоні від  $L_{\Sigma 1}^{\min} = 192$  тис.км до  $L_{\Sigma 1}^{\max} = 444$  тис.км. Середні значення накопичених пробігів для групи автобусів (в тис.км) -  $v(t) = 352$  тис.км.. Середньоквадратичне відхилення накопиченого пробігу і коефіцієнт варіації приймають значення  $\sigma(L_{\Sigma 1}) = 91.7$ ,  $v(L_{\Sigma 1}) = 0.26$ .

В рамках проведених експериментальних досліджень з використанням виразів (3.7), (3.8) проведена оцінка довірчих і толерантних меж накопичених пробігів (для заданої довірчої ймовірності  $\gamma = 0,9$ ) за 7-ма віковими групами автобусів із заданої вихідної вибірки.

Для заданої ймовірності  $\gamma = 0,9$  нормована випадкова величина  $Z$  приймає значення  $Z\gamma = 1,28$ . При цьому довірчі границі накопичених пробігів в тис. км (верхні - «в» і нижні - «н») для розглянутих вікових груп відповідно до формули (3.7). Толерантні границі накопичених пробігів в тис.км (верхні - «в» і нижні - «н») для розглянутих вікових груп відповідно до формули (3.8) зображені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Толерантні та довірчі границі накопичених пробігів

Показник	Вікова група						
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$
$L_o^e$	397.0105	442.6348	374.3471	328.5227	292.9207	278.1923	125.7705
$L_o^h$	308.282	398.7377	296.7713	289.2537	268.0887	244.1203	105.4058
$L_m^e$	470.022	482.7663	445.2680	352.7922	330.1687	324.9006	144.3881
$L_m^h$	235.270	358.6063	225.8504	264.9842	230.8407	197.4126	86.78813

Одночасно в рамках проведених досліджень проведена оцінка накопиченого пробігу для семи вікових груп автобусів, а саме 66 од.. При цьому отримано такі статистичні характеристики накопичених пробігів:

- середнє значення накопиченого пробігу автобусів для загальної вибірки (тис.км)  $L_{\Sigma} = 289.87$  тис.км;

- середньоквадратичне відхилення накопиченого пробігу  $\sigma(L_{\Sigma}) = 53.04$ ;

- коефіцієнт варіації накопиченого пробігу  $\nu(L_{\Sigma}) = 0.1829$ .

У загальному вигляді розподіл накопиченого пробігу для даної вибірки (для семи вікових груп) може бути описано розподілом Вейбулла з наступними параметрами:

- параметр форми розподілу:

$$a = 1.042 \cdot 0.1829^{-1.0473} = 6.17$$

- значення гамма-функції Ейлера:)

$$b_a = \Gamma\left(1 + \frac{1}{6.17}\right) = 0.696$$

- наведене середнє:

$$\beta = \left(\frac{289.87}{0.696}\right)^{6.17} = 1.46009\text{E}+16$$

При цьому верхні і нижні толерантні межі накопиченого пробігу для семи вікових груп автобусів для задається ймовірності  $\gamma = 0,9$  (відповідно до виразів (3.16) і (3.17):

$$L_{\Sigma m}^g = [-1.46009\text{E}+16 \cdot \ln(1 - 0.9)]^{1/6.17} = 476.76$$

$$L_{\Sigma m}^h = [-1.46009\text{E}+16 \cdot \ln 0.9]^{1/6.17} = 289.19$$

#### 4.2 Оцінка рівня працездатності і моделювання накопичених пробігів автобусів

Для оцінки рівнів працездатності автобусів, їх технічного стану і ефективності функціонування технічної служби КП «Вінницька транспортна компанія» в даній роботі використовувався наступний комплекс показників:

- коефіцієнт готовності  $a_t$ ; коефіцієнт випуску  $a_{\text{вип}}$ ; коефіцієнт технічного використання. Зазначені показники визначалися на основі збору і обробки статистичної інформації в процесі експлуатації семи вікових груп автобусів (із середнім віком 6.67 років). Результати обробки інформації по оцінці рівня працездатності автобусів для розглянутих вікових груп представлені в таблиці 4.6.

Як було зазначено вище, для прийнятих умов експлуатації автобусів в м. Вінниця з заданим нормативним ресурсом  $L_{\text{норм}} = 500$  тис.км, Середнім терміном служби, що дорівнює  $t_p = 6.67$  років, і коефіцієнтами коригування:

$$K_1 = 0.8$$

$$K_{\Sigma} = K_2 = 1.0$$

$$K_3 = 1.0$$

Скоригований ресурс  $L_p$  складе:

$$L_p = 500 \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 400 \text{ тис. км}$$

Таблиця 4.6 - Показники рівня технічного стану та ефективності технічної служби КП «Вінницька транспортна компанія» для розглянутих вікових груп автобусів

Коефіцієнти	Середні накопичені пробіги $L_{\Sigma i}$ (тис. км)							Сер. знач.
	Група 1	Група 2	Група 3	Група 4	Група 5	Група 6	Група 7	
	352.64	420.68	335.55	308.88	280.50	261.15	115.58	296.43
Коефіцієнт готовності	0.82	0.83	0.83	0.86	0.88	0.91	0.95	0.86
Коефіцієнт технічного використання	0.71	0.75	0.75	0.8	0.81	0.82	0.87	0.78
Коефіцієнт неробочих днів	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.0336	0.04

Параметр  $\beta$ , що характеризує інтенсивність зміни накопиченого пробігу приймає значення, рівне:

$$\beta = -\frac{\ln 0.71}{6.67} = 0.0484$$

При цьому отримані значення пробігу нового автобуса  $L_n$  і накопиченого пробігу  $L_{\Sigma}(t_i)$  складуть:

$$L_n = \frac{400 \cdot 0.0484}{1 - 0.71} = 18.66 \text{ тис. км}$$

$$L_{\Sigma}(t_i) = \frac{18.66}{0.484} = 385.33 \text{ тис. км}$$

У таблиці 4.7. і на рисунках 4.1 і 4.2 представлено зміна накопичених пробігів  $L_{\Sigma}(t_i)$  і коефіцієнтів технічного використання  $a_{mei}$  в залежності від зміни віку  $t_i$  автобусів КП «Вінницька транспортна компанія».

Таблиця 4.7 - Значення коефіцієнтів технічної готовності  $a_{me}$  і накопичених пробігів  $L_{\Sigma}(t_i)$  в залежності від зміни віку автобусів  $t_i$

Група	$t_i$ , років	$(t_i - t_0)$	$a_{me}$	$\Delta a_{mei}$	$L_{\Sigma}(t_i)$ тис.км
1	11	0	0.73	0.00	352.64
2	9	2	0.74	0.01	420.68
3	8	3	0.74	0.00	335.55
4	7	4	0.77	0.03	308.88
5	6	5	0.79	0.02	280.50
6	5	6	0.81	0.02	261.15
7	3.5	7.5	0.85	0.04	115.58

При цьому коефіцієнт  $a$ , що характеризує зміну  $a_{me}$  відповідно до виразу (3.17) буде дорівнює наступного значенням:

$$a = \frac{\ln(0.71/0.95)}{11 - 3.5} = -0.040$$

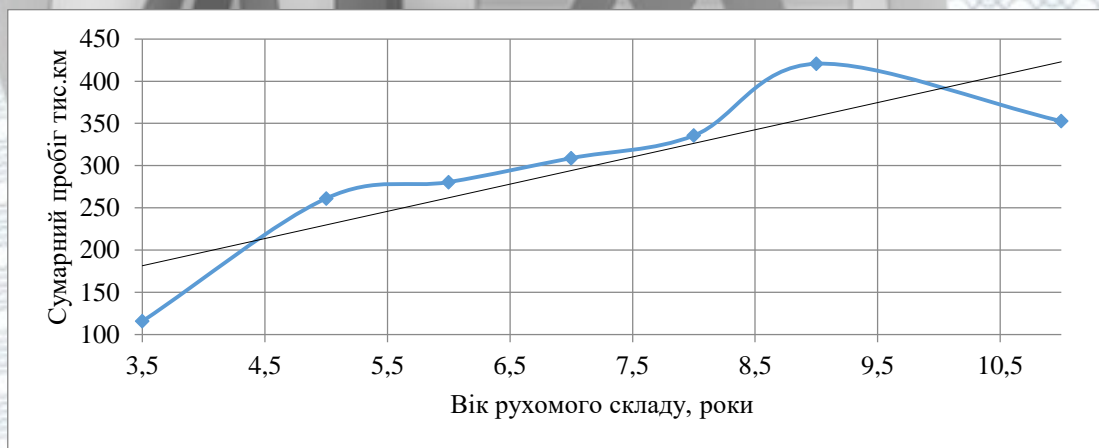


Рисунок 4.1 - Залежність сумарного пробігу від віку рухомого складу

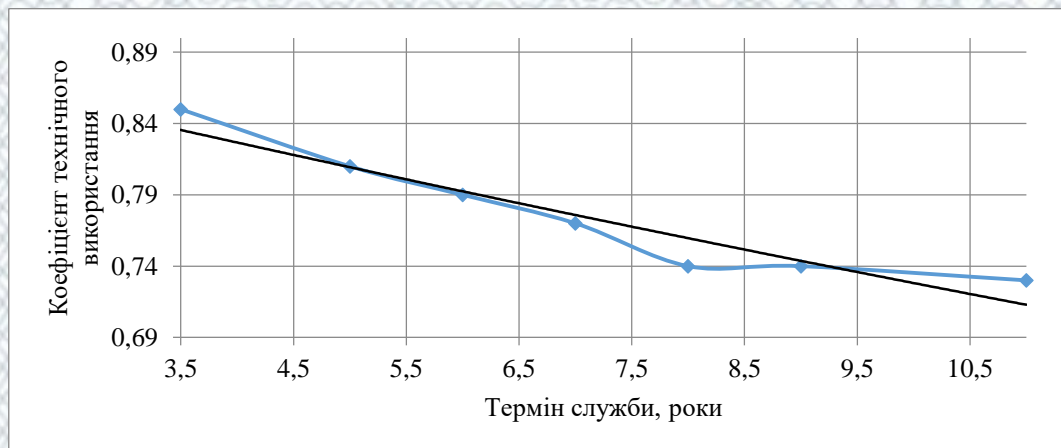


Рисунок 4.2 - Залежність коефіцієнту технічного використання від віку рухомого складу

### 4.3 Визначення функціональних залежностей параметрів роздатності від віку автобусів

Як було згадано раніше моделі для підбору функціональних залежностей розглядалися з набору можливих функцій, відібраних і обґрунтованих раніше дослідниками в роботах, які були проаналізовані в першому розділі.

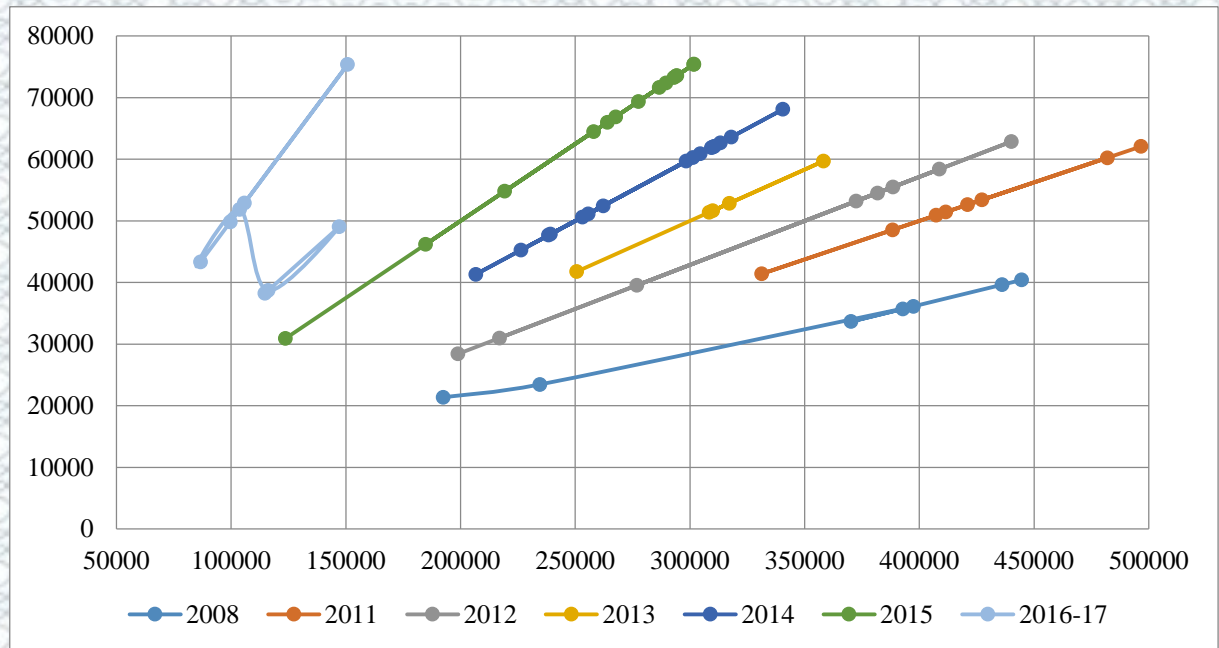


Рисунок 4.3 - Залежність середньорічного пробігу від накопиченого сумарного пробігу за даними КП «Вінницька транспортна компанія»

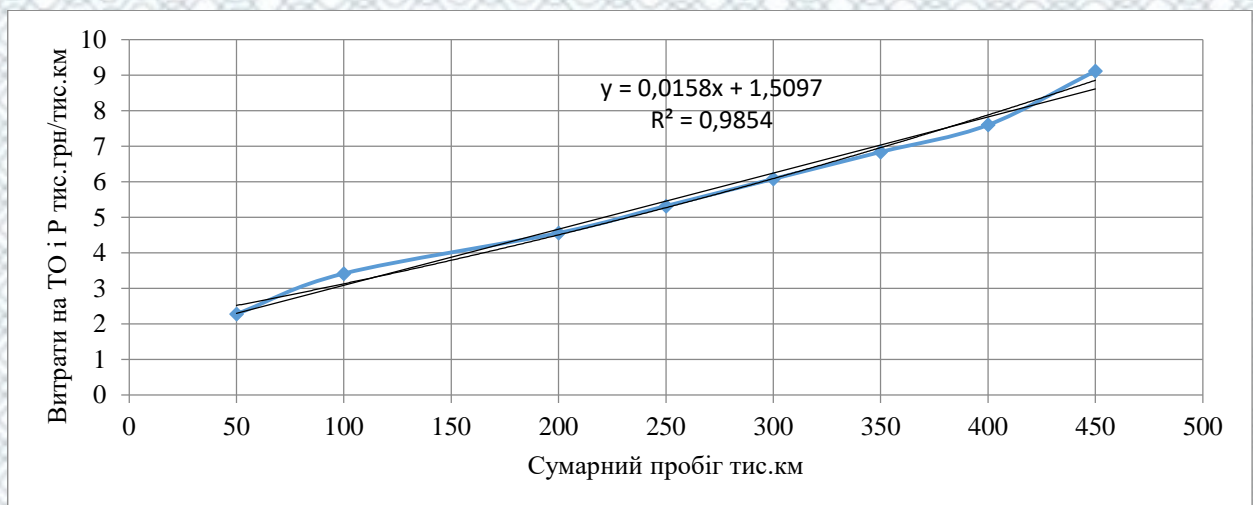


Рисунок 4.4 - Питомі витрати на ТО і ПР за даними КП «Вінницька транспортна компанія»

У наведених вище графіках (рисунки 4.3 - 4.4) по осі абсцис L дано сумарний накопичений пробіг автобуса в тисячах кілометрів, а по осі ординат - досліджуваний параметр. При цьому в заголовку показана на першому рядку прийнята в кожному конкретному випадку модель для підбору функції залежності, на другому рядку - вид встановленої залежності з отриманими коефіцієнтами і на третьому рядку - корінь з коефіцієнта детермінації R-квадрат (або коефіцієнт кореляції між значеннями статистичних даних і підбраною функції у відповідних точках по осі L), що визначає достовірність встановленої залежності.

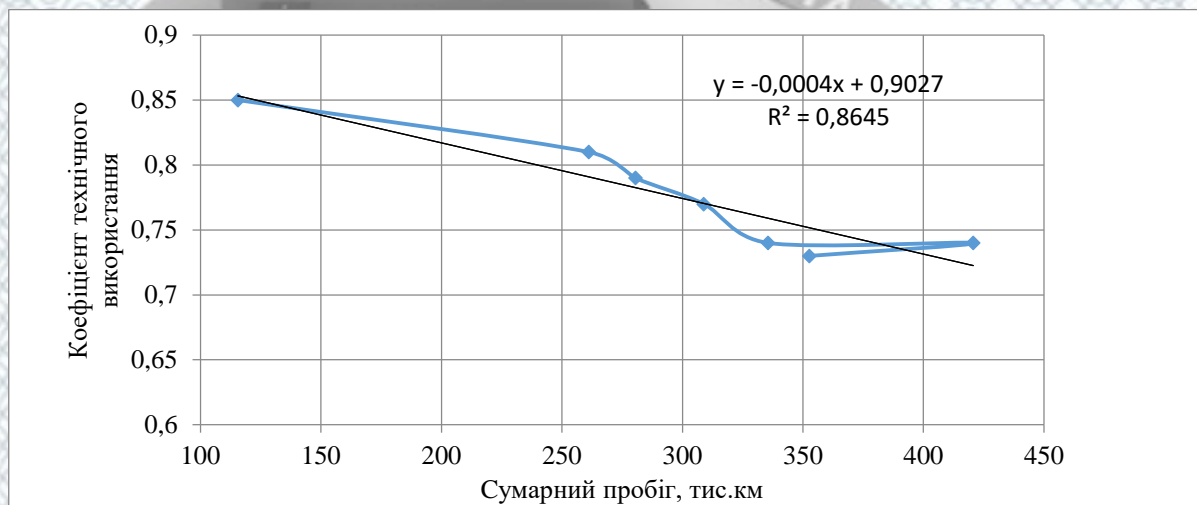


Рисунок 4.5 - Залежність коефіцієнта технічної готовності  $\alpha_t$  від сумарного накопиченого пробігу по КП «Вінницька транспортна компанія»

Як було прийнято вище, накладні питомі витрати, так само як і зарплата водіїв, приведена до одиниці корисної виконаної роботи, приймаються незалежними від пробігу автобуса і тому несуттєвими при пошуку оптимальних термінів експлуатації автобуса. У той же час ці складові собівартості витрат є значною часткою при формуванні вартості проїзду пасажирів. Питомі витрати від добових простоїв і від зняття з лінії бувають дуже високі і можуть залежати від сумарного пробігу. Але в тих випадках, коли раціональний розмір резерву не витриманий, або в зв'язку зі старінням парку стає недостатнім.



У даній роботі розрахунок проводиться з умови дотримання грамотного підходу до формування резерву з обов'язковим виконанням базової роботи автобусного парку - перевезення пасажирів відповідно до завдання міського управління при обов'язковому заміщенні знятих з лінії в разі відмов автобусів. Вартість нового автобуса в даний час при поставках в систему муніципального транспорту м Вінниця складає 4.2 млн грн.

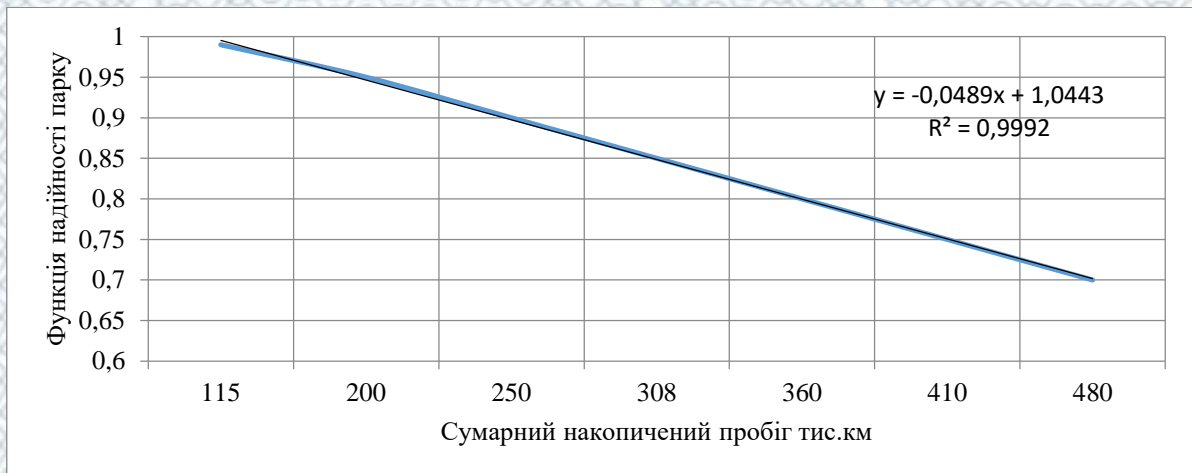


Рисунок 4.6 - Підбір функції безвідмовності автобуса  $R(L)$ , що представляє функцію надійності автобусного парку як об'єкта, що складається з 'n' рівноцінних елементів

#### 4.4 Моделювання та оцінка витрати палива в залежності від вікової структури

В процесі проведення експериментальних досліджень, на основі зібраних і оброблених статистичних даних по експлуатації автобусів семи розглянутих вікових груп в КП «ВТК» з вихідної вибірки в 66 од. Визначено витрату палива (у літрах на 100 км пробігу). Статистичні оцінки математичного очікування, середньоквадратичного відхилення і коефіцієнта варіації для частот появи  $P_i$  ( $i = 1 \dots 7$ ), що характеризують частки автобусів різних вікових груп, приймають наступні значення(таблиця4.8):

Таблиця 4.8 – Оцінка витрати палива в залежності від інтенсивності експлуатації

Пок.	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$
$P_i$	0.10	0.12	0.12	0.07	0.24	0.21	0.12
$Q_i$	45.17	46.57	46.89	44.6	40.94	41.35	27.29
$\sigma(Q_i)$	9.93	2.85	1.51	1.62	3.081	11.12	2.21
$\nu(Q_i)$	0.2565	0.07992	0.0321	0.0363	0.07415	0.26887	0.0809

Середня витрата палива, його середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації для сімох груп склали:

$$Q_{\Sigma \text{сеп}} = 44.2 \text{ л / 100 км}$$

$$\sigma(Q_{\Sigma \text{сеп}}) = 5.045$$

$$\nu(Q_{\Sigma \text{сеп}}) = 0.112$$

При цьому аналітичний опис диференціальної функції розподілу витрати палива автобусів по всій вибірці матиме вигляд:

$$f(Q_i) = \frac{0.112}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Q_i - 44.22)^2}{289.87}},$$

Графічне представлення розподілу витрати палива автобусів по всій вибірці представлено на рисунку 4.11.

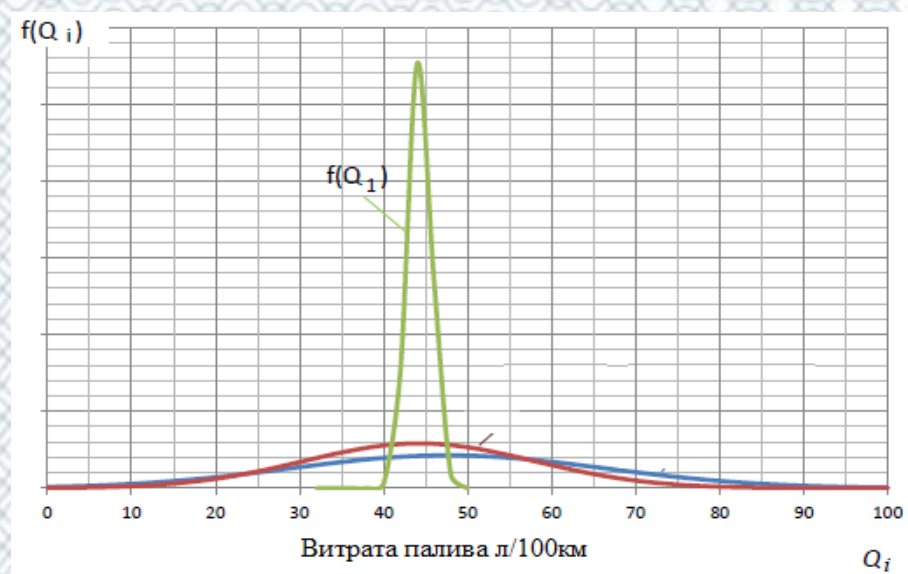


Рисунок 4.7 - Розподіл витрати палива автобусами по всій вибірці

З рисунка видно, що для автобусів має місце досить стабільний розкид витрати палива з малою варіацією в межах 41-48л/100км пробігу. У таблиці 4.9 представлені результати експериментальних досліджень по зміні витрати палива в залежності від віку автобусів для поточного значення віку  $t_i$  і його наведеного значення  $(t_i - t_0)$  до автобусів n-ої вікової групи для  $t_0$ .

$$\Delta Q_i = Q_i - Q_{i-1}, \quad (4.1)$$

Таблиця 4.9 - Результати моделювання витрати палива в залежності від віку автобусів і коефіцієнта технічного використання

Група	$t_i$ , років	$(t_i - t_0)$	$Q_{ie}$ , л/100км	$\Delta Q_{ie}$	$a_{ms}$
1	11	0	45.17	-	0.71
2	9	-2	46.57	1.665	0.75
3	8	2.5	46.89	0.325	0.75
4	7	3.5	44.6	2.295	0.8
5	6	4.5	40.94	3.66	0.81
6	5	5.5	41.35	0.41692	0.82

Аналіз отриманих результатів показав, що середні значення віку автобусів, коефіцієнта готовності і витрати палива складуть:

$$t = 6.67 \text{ років}$$

$$a_{ms} = 0.78$$

$$Q = 44.2 \text{ л/100км}$$

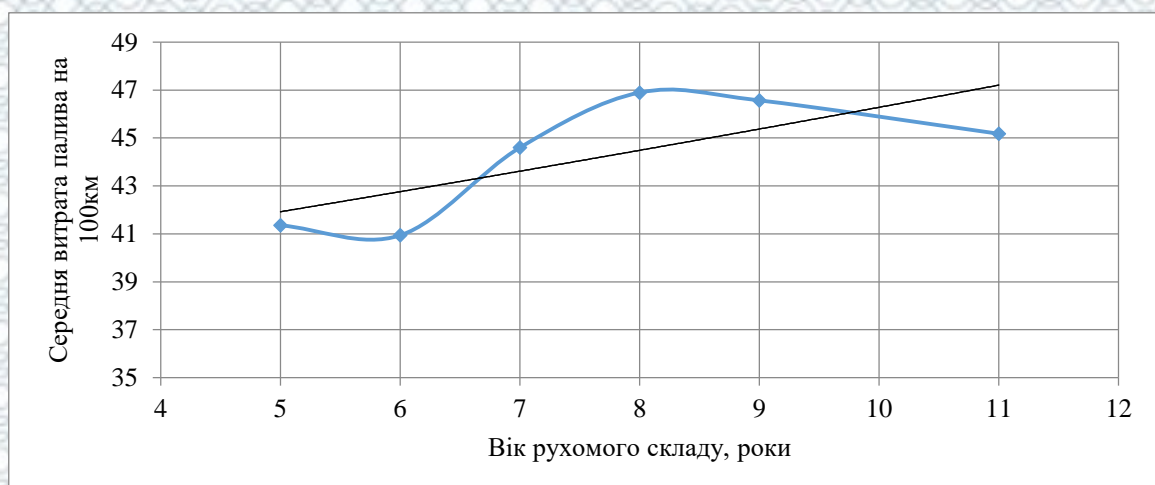


Рисунок 4.8 - Залежність середньої витрати палива від віку рухомого складу

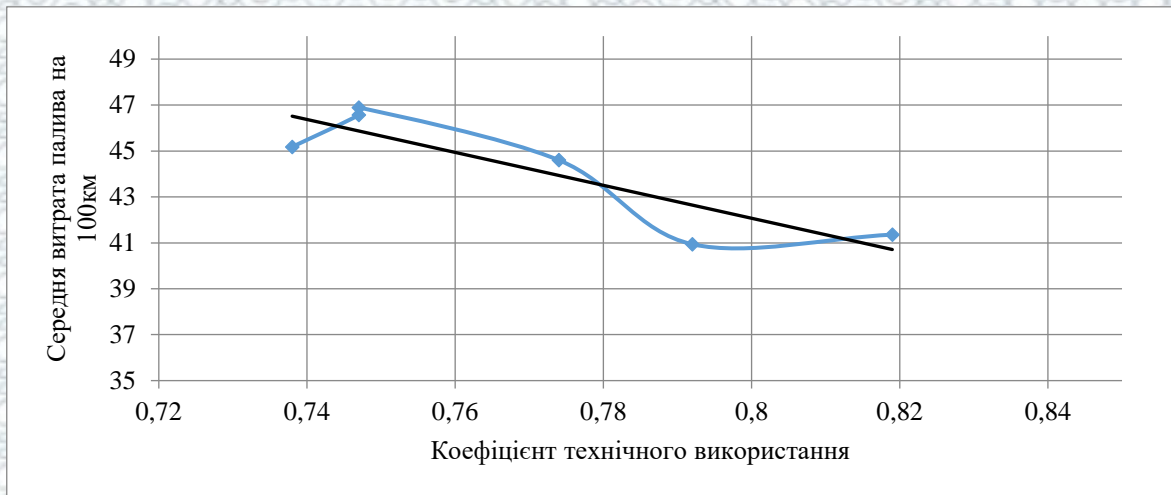


Рисунок 4.9 – Залежність середньої витрати палива від коефіцієнту технічного використання

Практичне застосування представленого підходу дозволяє за рахунок керування віковою структурою оцінювати вихідні характеристики парку автобусів, що відображають його технічне використання (за допомогою коефіцієнта готовності) і паливну економічність і приймати в кінцевому підсумку раціональні рішення щодо підвищення продуктивності автобусів і зниження експлуатаційних витрат.

На рисунку 4.5 дано поведінку початкового річного пробігу одного автобуса при даній віковій структурі в залежності від прийнятого граничного періоду експлуатації автобусів  $T_p$ . Видно, що чим більше  $T_p$ , тим менший пробіг буде здійснювати автобус навіть в перший рік експлуатації, тому що до останнього року весь в наявності рухомий склад повинен забезпечувати виконання обов'язкового муніципального завдання з перевезення пасажирів, при тому, що падає не тільки кількість автобусів відповідно до функцією надійності  $R(L)$ , а й коефіцієнт технічної готовності, що показує в цілому максимальну частку часу, яку автобус може проводити на лінії і виконувати корисну роботу.

Оптимальний розрахунковий термін тривалості експлуатації по даній моделі виявляється рівним 9.5 роки при сумарних питомих витратах 21.49 грн./км.

У таблиці 4.10 наведені розрахункові значення рішень для всього парку автобусів.

№ вікових груп, од	Ліва границя, роки	Центральне рішення, роки	Права границя	Питомі витрати грн./км
1	5.7342	7.0322	8.1533	26.2745
2	6.7708	8.5767	10.4232	23.1754
3	6.9452	8.9231	10.9657	21.3712
4	7.0656	9.0222	11.0324	21.9912
5	7.0834	9.1919	11.1564	21.7532
6	7.1333	9.3213	11.2456	21.6188
7	7.3698	9.5178	11.4563	21.4972
8	7.5389	9.7475	11.6772	21.3984
9	7.7678	9.9383	11.9737	21.3148
10	7.9158	10.0412	12.0011	21.2388

Відповідно до проведеного дослідження та базуючись на результатах розрахунків, поміщених в таблиці 4.10, можна стверджувати, що граничний термін експлуатації автобусів може бути прийнятий до 12 років з підтриманням рівномірної вікової структури з різницею у віці між сусідніми групами не більше двох років.

Таблиця 4.11 - Розрахункові значення сумарних питомих інтегральних витрат в основних точках оптимальних рішень і в базових точках порівняння

Кількість вікових груп, од	Термін експлуатації, років	Питомі витрати, грн./км
1	7-8	26.2745
2	8-10	23.1754
3	9-11	21.3712
4	9-11	21.9912
5	9-11	21.7532
6	9-11	21.6188
7	9-11	21.4972
8	9-12	21.3984
9	10-12	21.3148
10	10-12	21.2388

У таблиці 4.11 наведені розрахункові значення для питомих витрат як для оптимальних рішень, узятих з таблиці 4.10, так для існуючої ситуації, і декількох точок простору факторів і їх рішень. Видно, що в порівнянні з поточним станом (характеризується рядком 1 в таблиці 4.10) ефективність правильного рішення становить близько 3 грн./км, або до 16.7 % від поточного стану витрат, а по відношенню до варіанту експлуатації автобусного парку з однієї вікової групою навіть при раціональному терміні експлуатації ефективність становить понад 20%. При цьому слід зазначити, що при теоретично досліджуваній віковій структурі з інтервалами між сусідніми віковими групами, починаючи від 2 років і менше, до року і навіть півроку, ефективність зменшення цього «тимчасового кроку» (тобто зменшення розрахункових питомих витрат на одиницю виконаної роботи) істотно менше, ніж при пропорційному збільшенні «тимчасового кроку». Так, зміна кількості вікових груп від 6 до 8 призводить до зниження питомих витрат на 1,8%, від 8 до 10 - на 0,8%, в той час як зміна кількості вікових груп від 2 до 4 знижує питомі витрати на 5, 3% - і все при оптимальному центральному вирішенні для граничного віку експлуатації автобуса. У зв'язку з цим приймається рекомендація, особливо в перехідний період побудови раціональної вікової структури, орієнтуватися на інтервал часу між віковими групами, рівний два роки і менше, поступово переходячи до регулярної вікової структури з щорічним рівномірним оновленням рухомого складу. При цьому в описаній вище моделі (і на представлених графіках) також проводиться розрахунок необхідної кількості поставляємих автобусів. Так, в прийнятих умовах необхідного обсягу перевезень для випадку 7 вікових груп і 9 років - граничний термін експлуатації, кількість закупаваних в рік автобусів становить 8 штук для всього транспортного підприємства.

## Висновки до четвертого розділу

1) Були проведені розрахунки цільової функції, що характеризують сумарні питомі витрати на експлуатацію парку автобусів при виконанні муніципального завдання на перевезення пасажирів в діапазоні можливих значень зміни як параметрів вікової структури парку, так і параметра - граничного терміну експлуатації автобуса.

2) На базі проведених розрахунків зроблено висновки про раціональні параметри підтримки вікової структури парку (рівномірне поповнення парку з періодичністю не рідше ніж через 2 роки) і раціональних меж граничного строку експлуатації автобусів - від 7 до 12 років, з осьовим значенням 9 років.

3) На базі аналізу даних автобусних перевезень в місті Вінниця був зроблений висновок про те, що перехід до раціональних параметрів підтримки вікової структури парку і граничного терміну експлуатації автобусів може дозволити скоротити питомі витрати на одиницю виконуваної роботи до 16.7 % від поточного стану витрат.

## **5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **5.1 Аналіз умов праці**

В приміщенні проводять роботи по технічному обслуговуванню і ремонту рухомого складу підприємства, його агрегатів, механізмів та вузлів.

В процесі виконання даних робіт виникають наступні шкідливі виробничі фактори: підвищена загазованість приміщення відпрацьованими газами автомобілів; підвищений рівень шуму; випари бензину; недостатнє або нераціональне освітлення та інші.

До небезпечних виробничих факторів відносяться: падіння в оглядову канаву робітників; наїзд автомобіля; небезпека ураження людини електричним струмом напругою 220/330 В; використання несправного інструменту; заїзд автомобіля в оглядову канаву; гострі кромки ріжучого інструменту; опіки від розігрітих частин транспортних засобів.

До психо-фізіологічних факторів відносяться: незадовільний психологічний клімат в колективі; незадоволеність працею; можливий стан алкогольного сп'яніння.

### **5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії**

#### **5.2.1. Мікроклімат та склад повітря робочої зони**

Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 параметри мікроклімату, що нормуються: температура ( $t^{\circ}\text{C}$ ) і відносна вологість повітря ( $W, \%$ ), швидкість його переміщення ( $\text{м/с}$ ), потужність теплових випромінювань ( $\text{Вт/м}^2$ ).

Роботи які виконуються в зоні відносяться до категорії II-б.

Оптимальні (допустимі) параметри мікроклімату для умов, що розглядаються (категорія робіт та період року) відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 наведені в таблиці 5.1.



Таблиця 5.1 – Мікроклімат в приміщенні відповідно до ГОСТ 12.1.005-88

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Факт.	Допус.	Факт.	Допус.	Факт.	Допус.
Хол.	Пб	15-18	21-15	70-75	75	0,3-0,4	<0,4
Тепл.	Пб	20-24	27-26	70-80	75	0,4-0,5	0,2-0,5

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Дотримання нормативів забезпечується за допомогою опалення та вентиляції в холодний період року, та вентиляції в теплий період року.

2. Максимально допустима для роботи температура поверхонь не повинна перевищувати 45 °С.

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично-допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м<sup>3</sup> згідно ГОСТ 12.1.005-88. В умовах, що розглядаються в проекті, можливими забруднювачами повітря можуть бути: Їх ГДК відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 (таблиця 5.2):

Таблиця 5.2 – Шкідливі речовини в робочій зоні відповідно до ГОСТ 12.1.005-88

Назва шкідливої речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки
Азоту двоокис	0.085	II
Бензин	5	IV
Бутан	200	IV
Сажа	0,15	III
Вуглець	3	IV

Для забезпечення складу повітря робочої зони відповідно до до ГОСТ 12.1.005-88 проектом передбачені такі рішення:

1. Дотримання гранично-допустимих значень забезпечується за допомогою загальнообмінної приточно-витяжної та місцевої вентиляції.

### 5.2.2. Виробниче освітлення

Освітлення приміщення відбувається як природнім, так і штучним методами. Природне освітлення є боковим. Штучне комбіноване - загальне і місцеве освітлення здійснюється газорозрядними лампами. Нормування освітлення здійснюється відповідно до СНіП II-4-79/85 для категорії робіт II-б. Коefіцієнт природного освітлення (КПО) для IV-го світлового поясу:

$$e^{IV} = e^{III} \cdot m \cdot c \quad (5.1)$$

де  $e^{III}$  – нормований коefіцієнт природного освітлення для III поясу;

$m$  - коefіцієнт світлового клімату, залежить від географічного розташування об'єкта; для IV поясу  $m = 0,9$ ;

$c$  - коefіцієнт, що враховує додатковий світловий потік,  $C = 1$ .

Норми і нормовані значення відповідно до СНіП II-4-79/85 КПО наведено в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Норми і нормовані значення КПО відповідно до СНіП II-4-79/85

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розпізнання, мм	Розряд зорової роботи	Підрозділ зорової роботи	Контраст об'єкту розпізнання з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення (освітленість, лк)				Природне освітлення, КПО	Сумісне освітлення КПО
						При комбінованому освітленні		При загальному освітленні		При бічному освітленні	При бічному освітленні
						Нормат.	дійсне	Нормат.	дійсне		
Середньої точності	Вище 0,5 до 1	IV	A	Малий	темний	750	750	300	300	1,5	0,9

Для забезпечення достатнього штучного освітлення передбачено:

1. Вибираємо стандартну люмінесцентну лампу типу ЛДЦ 80-4 потужністю- 80 Вт і світловим потоком 6900 лм;
2. Тип світильника - встановлюємо світильник з люмінесцентними лампами типу ЛПП-01 (в світильнику 4 лампи);

### 5.2.3. Виробничі шуми та вібрації

В приміщенні джерелами шуму є працюючі двигуни автобусів та обладнання, яке застосовується при ТО і Р.

Допустимі рівні звукового тиску для широкопasmового шуму в октавних смугах частот і дійсні значення рівня звукового тиску в зоні наведені в таблиці 5.4 у відповідності до ГОСТ 12.1.003-83.

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звукового тиску для широкопasmового шуму в октавних, смугах частот і дійсні значення рівня звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах із середніми частотами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Основні виробничі приміщення	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

1. Необхідно використовувати шумопоглинаючі матеріали або конструкції для зменшення рівня шуму;
2. Звукопоглинаюче облицювання стін та стелі дозволяє знизити рівень шуму на 6..8 дБ.

Виробничі вібрації можуть виникати:

- під час роботи двигунів;
- під час роботи шліфувальних, свердлильних верстатів та ін.;
- при виконанні точильних, наждачних, шліфувальних, полірувальних робіт, що виконуються за допомогою спеціального інструменту.

Для попередження негативного впливу вібрацій на працюючих допускаються такі граничні величини, які наведені в таблиці 5.5 згідно ГОСТ 12.1.012-90.

Таблиця 5.5 – Санітарні норми одночисельних показників вібраційної навантаження оператора при тривалості зміни 8 год

Вид Вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Нормативні, коректовані по частоті та еквівалентні коректовані значення			
			Віброприскорення		Віброшвидкості	
			$\alpha_H, \text{м/с}^2$	$L_{CH}, \text{дБ}$	$V_H \cdot 10^{-2}, \text{м/с}$	$L_{VH}, \text{дБ}$
Локальна	-	$X_A, Y_A, Z_A$	2.0	126	2.0	112
Загальна	3 тип "а"	$X_0, Y_0, Z_0$	0.1	100	0.2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено

1. Встановлення технологічного обладнання на віброізолюючих опорах чи на пружних прокладках.

### 5.3 Техніка безпеки

Приміщення повинно відповідати таким вимогам :

- підлога повинна бути з неіскроутворюючих вогнетривких матеріалів;
- двері повинні бути вогнетривкими і відкриватися на зовні;
- стіни приміщення повинні бути з вогнестійких матеріалів;
- опалення повинно бути водяне або парове;
- вентиляція застосовується припливно-витяжна та місцева;
- дроти освітлювальної та силової ліній повинні бути в трубах з герметичною арматурою; розетки для переносних ламп повинні мати напругу 36 В;

Для виключення травматизму від ураження електричним струмом електричні дроти обладнання повинні бути у металевому рукаві або у металевій трубі.

Усе електрообладнання занулюється,

До робіт на обладнанні допускаються персонал, що пройшов необхідну підготовку.

Недопускається виконувати роботу на несправному інструменті.

Необхідно забезпечити щоб:

- струмопроводжуючі частини повинні бути ізольовані, огороженні або розміщені в місцях, недоступних до дотикання до них;
- світильники загального освітлення, приєднанні до джерела живлення (електромережі) напругою 220 В, повинні встановлюватися на висоті не менше 2,5 м. від рівня землі, підлоги. При висоті підвісу менше 2,5 м. світильники повинні приєднуватися до мережі напругою не більше 42 В;
- в електроустановках змінного струму в мережах з заземленою нейтраллю повинно бути застосоване занулення та повторне заземлення нульового провідника.
- всі дроти повинні бути освинцьовані.
- опір ізоляції дротів первинних ланцюгів живлення відносно ненапругованих частин стелі повинен бути не менш 1 МОм.

#### 5.4 Пожежна безпека

Приміщення відноситься до приміщення категорії В згідно СНіП 11-90-81 (речовини здатні при взаємодії з водою, повітрям або один з одним лише горіти).

З метою попередження виникнення пожеж в приміщенні передбачено:

- 1) заборона застосування відкритого вогню;
- 2) виконання робіт з порушенням технологічних процесів;
- 3) застосування в електромережах 220/380В струмового захисту з плавкими вставками;
- 4) прокладання електропроводки у металевих трубах і гнучких металевих рукавах;
- 5) своєчасне очищення підлоги від розлитих горючих речовин;
- 6) щозмінне спорожнення металевих ящиків від промасленого ганчір'я;
- 7) заборона паління на робочих місцях;

8) установка тросового блискавкозахисту III категорії на території підприємства.

Приміщення оснащено засобами гасіння пожежі: один вогнегасник ОХП-10, один - ОП-5 та ящик з піском об'ємом 0,5 м<sup>3</sup>. Табличка на дверях при вході в приміщення інформує про категорію пожежної небезпеки дільниці.

Приміщення має I ступень вогнестійкості. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій згідно СНІП 2.01.02-85 наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни					Колони	Площадки, балки і марші	Плити, настили та інші несучі конструкції перекриття	Елементи	
	Несучі	Самонесучі	Зовнішні несучі і в.т.ч. з навісних панелей	Внутрішні несучі перегородки	Плити, настили, прогоони.				Балки, ферми, арки, рами.	
1	2,5	1,25	0,5	0,5	2,5	1	1	0,5	0,5	

## 5.5 Організація та розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки рухомого складу

Призначення пункту спеціальної обробки в техніці та автотранспорті.

Деактивація, дегазація і дезінфекція техніки і транспорту може бути частковою і повною. Часткова дезактивація проводиться з метою зниження ступені зараження техніки і транспорту.

Заходи спеціальної обробки включають в себе проведення наступних заходів:

- дегазація — дія, спрямована на знешкодження отруйних речовин, їх ізоляцію (екранування) або видалення із зараженої поверхні об'єкта.

- дезактивація — дія, спрямована на видалення радіоактивних речовин із забрудненої поверхні об'єкта;

- дезінфекція — дія, спрямована на знищення біологічних засобів з зараженої поверхні об'єкта;

- санітарна обробка — комплекс організаційно-технічних заходів, що включає строго регламентоване за місцем і часу проведення дегазації, дезактивації і дезінфекції об'єктів з метою зниження їх зараженості.

Повна дезактивація проводиться з метою повного видалення радіоактивних речовин з всієї поверхні техніки і транспорту до допустимих величин зараження.

Способи дезактивації техніки і транспорту:

- 1) змивання радіоактивних речовин розчинами для дезактивації, водою і розчинниками з одночасною обробкою зараженої поверхні щітками;
- 2) змивання радіоактивних речовин струменем води під тиском;
- 3) видалення радіоактивних речовин переривистим газокрапельним потоком з використанням спеціальної техніки з турбореактивними двигунами;
- 4) видалення радіоактивних речовин обтиранням заражених поверхонь;
- 5) замітання (змивання) радіоактивного пилу віниками, щітками та ін;
- 6) видалення радіоактивного пилу методом відсмоктування пилу;

Автомобільний комплект спеціальної обробки військової техніки (ДК-4) призначений для дезактивації та дегазації автомобілів і бронетранспортерів. До комплекту ДК-4 входить газорідинний прилад, ІДПС, чотири ІПП-8, дезактивуєчий порошок СФ-2 (СФ-2У).

Газорідинний прилад призначений для дезактивації і дегазації автомобілів газорідинним методом та для дезактивації сухих, незамастилених поверхонь методом пиловідсмоктування. Він складається з ежектора, газорідинного та рідинного рукавів, брандспойту з подовжувачем та щіткою, пиловідводної труби і газовідбірної пристрою.

Станція обеззаражування транспорту (СОТ) створюється для проведення повного обеззаражування техніки і автотранспорту

невоєнізованих формувань ЦО. СОТ формується на базі автомобільних колон, гаражів, міських автогосподарств, СТО, мийних відділень трамвайних і тролейбусних депо.

Розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки.

Визначення кількості естакад необхідних для миття автомобілів:

$$N_e = \frac{H \cdot t_m}{60}, \quad (5.2)$$

де  $H = 18$  авт/год - інтенсивність руху автомобілів;

$t_m = 15$  хв. – час витрачений на миття одного автомобіля.

$$N_e = \frac{18 \cdot 15}{60} = 4.5$$

Приймаємо 5 естакад. Визначимо кількість постів для прибирання:

$$N_n = \frac{H \cdot t_n}{60}, \quad (5.3)$$

де  $t_n = 15$  хв – час витрачений на прибирання одного автомобіля, тоді:

$$N_n = \frac{18 \cdot 15}{60} = 4.5$$

Приймаємо 5 постів. Визначення кількості обслуговуючого персоналу:

$$N_q = \sum N_n \cdot 2 + 2 \quad (5.4)$$

де  $\sum N_n$  - кількість прибирально-мийних постів;

2 – кількість чоловік на пост;

2 – кількість чоловік на дозиметричному контролі;

$$\sum N_n = 5 \cdot 2 + 2 = 12 \text{ (чол)}$$

Визначення необхідної кількості води для миття автомобілів на 5 днів:

$$V = H_d \cdot V_a \text{ [л]}; \quad (5.5)$$



де  $H_d = 550$  авт. – інтенсивність використання автобусів за 5 днів;

$V_a = 200$  л – необхідна кількість води для миття одного автомобіля.

$$V = 550 \cdot 200 = 110000 \text{ (л)}.$$

Визначимо необхідну кількість препарату для дезактивації за умови, що витрати необхідного розчину будуть такі як витрати води:

$$V_n = M_n \cdot V \text{ [л]}, \quad (5.6)$$

де  $M_n = 0,3\%$  – норми витрати ОП-7 на один літр води;

тоді:  $V_n = 0.003 \cdot 110000 = 330 \text{ (л)}.$

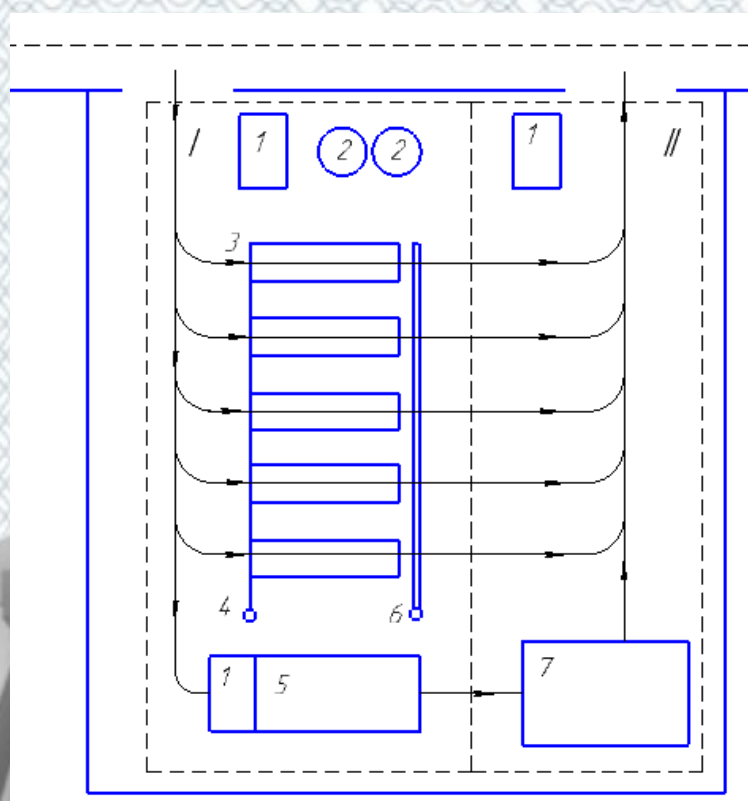
Норми витрати ГМФН 0,7%, знайдемо необхідну кількість ГМФН:

$$V_n = 0.007 \cdot 110000 = 770 \text{ (л)}.$$

Необхідної кількості ГМФН у розмірі 770 л для даного ПСО буде достатньо. Пункт спеціальної обробки буде розташований на ділянці траси Сабарівське шосе, а саме біля виїзду з автобусного депо. Таке розташування пункту мотивується тим що можливе постачання води з річки Південний Буг.

Пункт спеціальної обробки техніки повинен складатися з двох частин: це забруднена зона (територія, на якій відбувається обробка техніки), і так звана „чиста” зона (територія, де знаходиться вже знезаражена техніка).

ПСО розрахований для 18 автомобілів на годину, тобто пропускна здатність даного пункту 18 авт./год., для роботи ПСО потрібні 4 естакади, 110000 л води для миття автомобілів на 5 днів та 330 л препарату для дезактивації.



I – брудна зона; II – чиста зона; 1 – дозиметричний контроль на в'їзді, виїзді до ПСО та бані; 2 – ємкості для зберігання дезактивуючого розчину; 3 - естакади для мийки автомобілів; 4 – підводи води з річки; 5 – баня і пральня; 6 – стічні води; 7 – місце для очікування.

Рисунок 5.1 – Організація пункту спеціальної обробки

## ВИСНОВКИ

У даній магістерській кваліфікаційній роботі було виконано дослідження, направлені на розробку заходів з підвищення ефективності експлуатації автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» шляхом визначення раціонального терміну їх експлуатації. Зокрема було зроблено:

- аналіз вікової структури автобусів комунального підприємства;
- аналіз методів управління парком рухомого складу;
- визначення показників оцінки рівня працездатності автобусів;
- доведено, що розглянуті характеристики експлуатації автобусного парку впливають як на показники собівартості одиниці виконуваної роботи за весь період експлуатації автобуса в парку, так і на значення оптимального терміну служби автобуса.
- оцінено рівень працездатності і моделювання накопичених пробігів автобусів;
- визначено функціональні залежності параметрів робоздатності від віку автобусів;
- побудовано модель визначення раціонального терміну експлуатації автобусів що дозволяє мінімізувати питомі експлуатаційні витрати на основі управління віковою структурою парку;
- розроблено питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях;

На основі проведених досліджень встановлено, що перехід до раціональних параметрів підтримки вікової структури парку і граничного терміну експлуатації автобусів дозволяє скоротити питомі витрати на одиницю виконуваної роботи до 16.7 % від поточного стану витрат. Розрахунки показали, що впровадження результатів виконаних досліджень із визначення раціонального терміну експлуатації автобусів є економічно ефективними.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абакаров, А.А. Разработка требований по повышению долговечности кузовов автобусов в условиях повышенной агрессивности окружающей среды : дис. ... канд. техн. наук (05.22.10) / Абакаров А.А.; МАДИ (ГТУ). – М., 2005. – 297 с.
2. Авдонькин, Ф.Н. Оптимизация изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации / Ф.Н. Авдонькин. – М. : Транспорт, 1993
3. Андрианов, Ю.В. Анализ и отдельные аспекты технической политики / Ю.В. Андрианов – М.: НИИАТ, 2001 . - 79 с.
4. Болдин, А.П. Основы научных исследований / А.П. Болдин, В.А. Максимов. – М.: Академия, 2012. - 336 с.
5. Бортницкий П.И. «Охрана труда на АТ», К., Вища школа, 1988, 263 с.
- 6 . Вегер, Л.Л. Обновление машинных парков: проблема эффективности. / Л.Л.
7. Глушковский, А.А. Оценка влияния реализуемой структуры технических воздействий по ТО и ремонту городских автобусов на совокупный ущерб региона от их эксплуатации: дис. ...канд. техн. наук: 05.22.10 / А.А. Глушковский. – М., 2005. - 193 с.
8. ГОСТ 12.2.027 – 80 ССБТ. Оборудование гаражное и авторемонтное. Требования безопасности.
9. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
10. Гребенников, С.А. Изменение технико-экономических показателей автомобиля в процессе эксплуатации / С. А. Гребенников, А.С.
11. Иголкин, А.Н.. Определение ресурса городских автобусов: дис. ...канд. техн. наук: 05.22.10 / А.Н. Иголкин. -: Владимир, 2010.- 165 с.

12. Крамаренко, Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Г.В. Крамаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983. - 488 с.

13. Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2004. - 535 с.

14. Кузнецов, Е.С. Исследование эксплуатационной надежности автомобилей : учеб. пособие / Е.С. Кузнецов. – М. : Транспорт, 1969. – 152 с.

15. Кузнецов, Е.С. Методы повышения надежности автобусных перевозок средствами инженерно-технической службы автотранспортных предприятий : учеб. пособие / Е.С. Кузнецов, В.А. Максимов; МАДИ. – М., 1989. – 46 с.

16. Максимов, В.А. Особенности управления технической эксплуатацией городских автобусов (особенности организации и управления) : учеб. пособие / В.А. Максимов, А.А. Хазиев; под ред. В.А. Максимова ; МАДИ (ГТУ). – М., 2002. – 97 с.

17. Максимов, В.А. О сроках полезного использования линейных автобусов, эксплуатируемых в филиалах ГУП «Мосгортранс»/ В.А. Максимов, П.В. Максимов // Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: сб. науч. тр. – М. : МАДИ, - 2015. - С. 159-163.

18. Методичні вказівки для виконання курсового проекту з дисципліни «Виробничо-технічна база підприємств автомобільного транспорту» за напрямом «Проектування автотранспортних підприємств» для студентів спеціальності 7(8).07010601 – Автомобілі та автомобільне господарство денної та заочної форми навчання / Уклад. В. В. Біліченко, С. О. Романюк, Є. В. Смирнов – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 119 с.

19. Напольский, Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания / Г.М. Напольский. -М.: Транспорт, 1993. - 272 с.

20. ОНТП-01-91, Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта - М: Гипроавтотранс, 1991. - 94 с.

21. Поживилов, Н.В. Влияние технико-экономических показателей на срок эксплуатации городского автобуса особо малого класса, приобретаемого в лизинг/ Н.В. Поживилов // Автотранспортное предприятие. – 2014. - №11. - С. 52 –55.

22. Поживилов, Н.В. Методика определения оптимального срока службы автобуса особо малого класса / Н.В. Поживилов // Транспорт на альтернативном топливе. - 2014. -№1. - С. 32-39.

23. Поживилов, Н.В. Определение оптимального срока службы автобуса особо малого класса, осуществляющего регулярные пассажирские перевозки в условиях мегаполиса / Н.В. Поживилов, Л.Л. Зиманов // Автотранспортное предприятие. – 2013. - №1. - С.46 –49.

24. Поживилов, Н.В. Особенности технологического расчета производственно-технической базы современного автобусного автотранспортного предприятия / Н.В. Поживилов, В.А. Максимов, Л.Л. Зиманов // Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: сб. науч. тр. – М. : МАДИ, - 2015. - С. 179-182.

25. Поживилов, Н.В. Методика определения рационального срока эксплуатации городских автобусов, приобретаемых в лизинг : дис. ... канд. техн. наук (05.22.10) / Поживилов Н.В. ; МАДИ (ГТУ). – 2016. – 138 с.

26. Прохоров, В.Н. Повышение эффективности функционирования городских автобусов в условиях мегаполиса (методология, теория, практика) : монография / В.Н. Прохоров ; МАДИ (ГТУ). – М., 2006. – 393 с.

27. Прудовский, Б.Д. Управление технической эксплуатацией автомобилей по нормативным показателям / Б.Д. Прудовский, В.Б. Ухарский. – М. : Транспорт, 1990. – 239 с.

28. Сарбаев, В.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов / В.И. Сарбаев, С.С. Селиванов, В.Н. Коноплев, В.Н. Демин. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. - 448 с.

29. СН 1245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. М.1971 г.

30. СН 3223-85. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочем месте. М.,1985.

31. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986 г.

32. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. М. ЦИТП Госстроя СССР,1986 г.

33. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., ЦИТП Госстроя СССР ,1986 г.

34. Старков, А.В. Совершенствование системы ППР на основе оценки надежности эксплуатации подвижного состава: на примере ремонта автомобильного транспорта: дис. ...канд. техн. наук: 05.02.22 / А.В. Старков.- Владивосток, 2006. - 164 с.

35. Техническая эксплуатация автомобилей : учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2001. – 535 с.

36. Ухарский, В.Б. Техническое обслуживание и ремонт автобусов. Управление качеством и эффективность / В.Б. Ухарский. – М. : Транспорт, 1986. – 207 с.

37. Ходжаев, П.Д. Оценка конкурентоспособности предприятия на рынке транспортных услуг : монография / П.Д. Ходжаев; под общ. ред. Р.К. Раджабова. –Душанбе : Ирфон, 2010. – 190 с.

38. Цимбал С.В. Визначення оптимального терміну експлуатації автобусів на автотранспортних підприємствах / С.В. Цимбал, С.О. Романюк, В.Р. Петров // Матеріали XII міжнародної науково-практичної конференції

«Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 21-23 жовтня 2019 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 189-192.

39. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 8.07010601 – Автомобілі та автомобільне господарство / Уклад. В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 65 с.

40. Біліченко, В. В. Автомобілі та автомобільне господарство. Дипломне проектування : навчальний посібник / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенецький, В. В. Варчук. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 171 с.

40. Preserving an aging transit fleet: An optimal resource allocation perspective based on service life and constrained budget / S. Mishra, S. Sharma, S. Khasnabis, T.V. Mathew // *Transportation Research*. – 2013. – Part A 47. – P. 111-123.

41. Munzilah Md. Rohani. Buss Operation, Quality Service and The Role of Bus Provider and Driver / Munzilah Md. Rohani, DevapriyaChitralWijeyesekera, Ahmad Tarmizi Abd Karim // *Procedia Engineering*. – 2013. – Vol. 53. – S. 167–178.

42. Ply, P.H. The effect of public transport subsidies on demand and supply / P.H. Ply, R.H. Olfield // *Transp. Res.* – 1986. – Vol. 20 A, № 6. – P. 415-422.

43. Hensher, D.A. Measuring Service Quality in Scheduled Buss Services / D. A. Hensher, P. Stopher // *Journal of Public Transportation*. – 2010. – № 3. – P. 51-74.

44. Mishra, S. Preserving an aging transit fleet: An optimal resource allocation perspective based on service life and constrained budget / S. Mishra, S. Sharma, S. Khasnabis, T.V. Mathew // *Transportation Research Part A 47*. - 2013. – pp 111–123.





**ДОДАТКИ**